

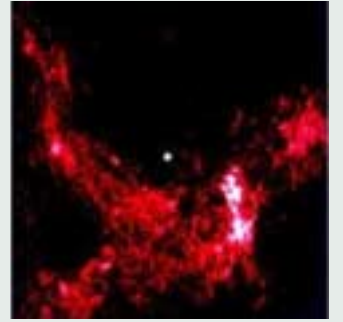
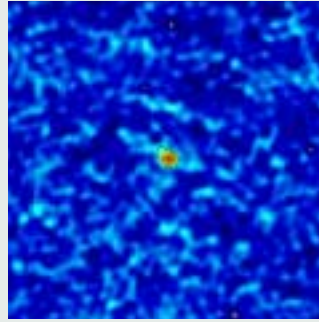
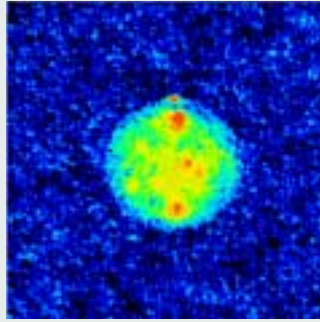


Raşit Gürdilek

Dev Radyo Teleskop 20 Yaşında

Kendi devrimci tasarımı sayesinde gökbiliminde devrim yaratan buluşlara imza koyan hareketli radyoteleskop "Çok Geniş Dizge" (VLA), 30 Mayıs günü 20. yaşını doldurdu. Ancak, teleskop için hazırlanan görkemli "doğum günü partisi" onur konğu senatör Pete V. Domenici'nin son anda hastalanması nedeniyle belirsiz bir tarihe ertelendi.

Dizge raylar üzerinde hareket ederek, geniş açı ve zoom konumuna gelebilen, çelik ve alüminyumdan yapılmış 27 parabolik çanak antenden oluşuyor. Antenlerin derlediği radyo sinyalleri güçlü bilgisayarlarca birleştirilerek tek bir görüntü oluşturuluyor. Radyo dalgaları, görünür ışık dalgaboyundaki fotonların geçemediği gaz ve toz bulutlarını rahatlıkla aşabildiğinden, VLA, gökadalara yoğun merkezlerinin görüntülerini alabiliyor. Bu nedenle karadeliğin yol açtığı dinamikler ve büyük hızlardaki relativistik madde fışkırmaları, radyoteleskoplarla saptanabiliyor. ABD'nin New Mexico eyaletindeki Socorro kentinde yakınlarında bulunan VLA dizgesindeki teleskoplar 32 kilometre uzunluğunda dev bir Y harfi gi-



bi açılabilir, ya da bir araya toplanabilir. Dizgeyi işleten ABD Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi Direktörü, Dr. Paul Vanden Bout, VLA'nın bugüne kadar 2200'ün üzerinde bilim adamı tarafından 10 000'i aşkın gözlem projesi için

kullanıldığını vurguladı. Bout, 1970'li yılların teknolojisine dayanan bazı aygıtların değiştirilmesiyle, VLA'nın görüş gücünün önümüzdeki yıllarda 10 kat genişleyeceğini de belirtti

NASA Basın Bülteni, 18 Mayıs 2000.



"Y" biçiminde bir dizge olan VLA'nın bir kolu (altta). Dizgenin 20 yıllık çalışmalarının doruk noktaları arasında, yüzey sıcaklığı 425 °C olan Merkür'ün Kuzey kutbunda saptadığı buz (sol üst resimde tepedeki kırmızı nokta), Evrendeki en şiddetli olaylar olan gama ışını patlamalarını belirlemesi (üstte ortada) ve Samanyolu'nun merkezindeki dev karadeliği keşfetmesi (sağ üst resmin merkezindeki beyaz nokta) bulunuyor.

Samanyolu'nu Gökten Silince

En az 100 milyar yıldızdan oluşan dev gökadamızın arkasında neler olduğunu merak eden gökbilimciler, perdeyi aralayınca Samanyolu'nun arkasında her biri küçük bir gökada oluşturabilecek boyutta karanlık gaz ve toz bulutlarıyla, yüzlerce küçük ve sönük gökada belirlediler.

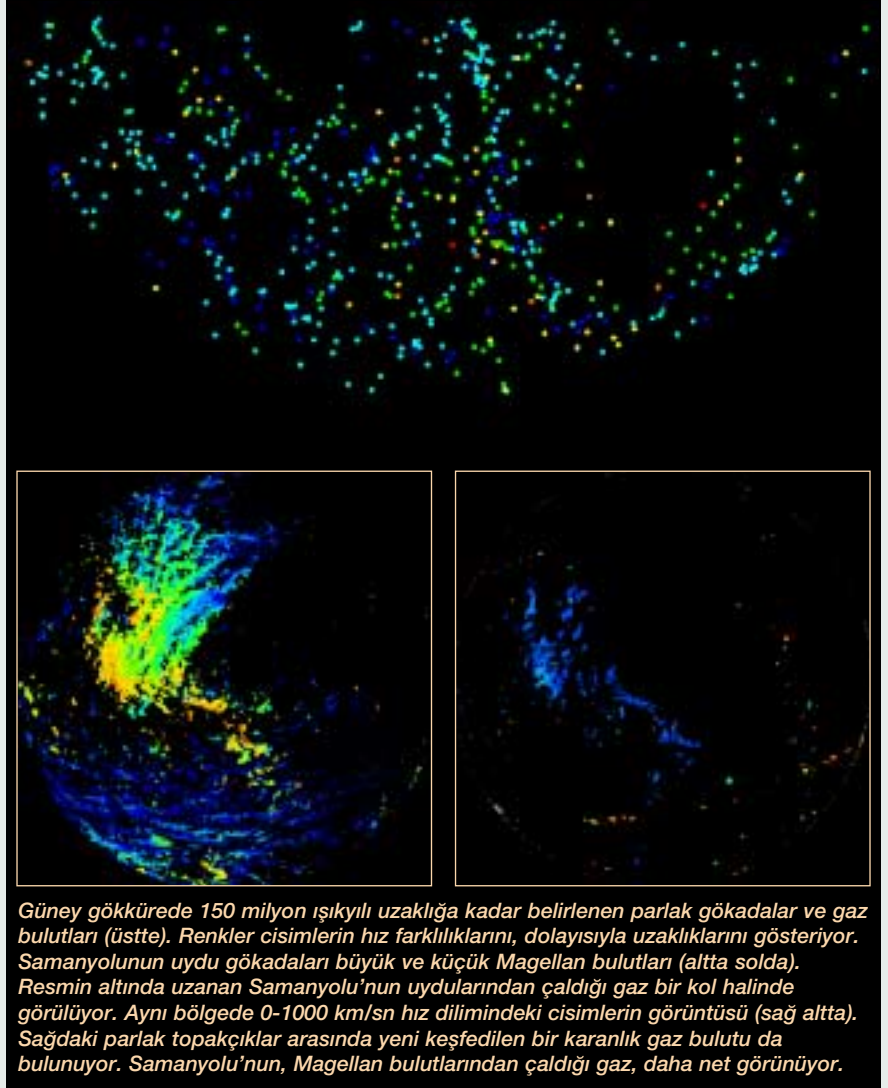
Dört ülkeden 30 kadar gökbilimcinin, Avustralya'daki Parkes radyoteleskopuyla yaptığı gözlemler, ABD'nin New Mexico eyaletinde bulunan Çok Geniş Dizge (VLA) radyoteleskopunun 20. yılını kutlama etkinlikleri kapsamında yapılan "Gaz ve Gökadaların Evrimi" adlı uluslararası bir toplantıda açıklandı. Araştırma evrenin yakın bölgelerinde bulunan normal (baryonik) maddenin miktarı ve dağılımı konularına ışık tutuyor.

Çalışma, yıldızların hammaddesi olan atom yapıları hidrojenin güney gök-küredeki dağılımını gösteriyor. Bu görüntüyü elde etmek için gökbilimciler, atomik hidrojenin 21 cm dalgaboyunda ışınım yapmasından yararlanıyorlar. Ekip, şimdiye değin gökadamızın kapadığı bölgeleri de gözleyebilmek için, fondan gelen sinyaller üzerinde Samanyolu'nun ışınım imzasını kazıma yöntemini kullanmış. Ekte yer alan gökbilimcilerden Dr. Lister Staveley-Smith, "tüm güzelliğine karşın Samanyolu, aslında bir baş belası" diyor. "Penceredeki kirli bir şerit gibi gökyüzünün altında birinden fazlasını örtüyor". Bilim adamı, "Ama şimdi lekeleri ve örümcek ağlarını temizledik ve şimdiye değin saklı kalmış yüzlerce gökadayı görebiliyoruz" diye ekliyor.

Harvard Smithsonian Astrofizik Merkezi'nden Profesör John Huchra, evrenin yerel bölgesinde daha bilmediğimiz pek çok şey bulunduğunu kaydederek, bu türden araştırmalarla en azından, yeterli kütleyle sahip cisimlerin yerlerinin, tayflarındaki kırmızıya kaymayla da uzaklıklarının belirlenebileceğini söylüyor.

HIPASS adı verilen çalışmadan derlenen sonuçlar, 23 Mayıs günü İnternet aracılığıyla dünyaya dağıtıldı. Dr. Staveley-Smith, dağıtılan verinin, herbiri 1000 kanal içeren 1.2 milyon ayrı tayftan oluştuğunu açıkladı.

Aynı araştırmacı, saptanan cisimler arasında cüce gökadalara, çok sönük



Güney gökkürede 150 milyon ışık yılı uzaklığa kadar belirlenen parlak gökadarlar ve gaz bulutları (üstte). Renkler cisimlerin hız farklılıklarını, dolayısıyla uzaklıklarını gösteriyor. Samanyolunun uydusu gökadarları büyük ve küçük Magellan bulutları (altta solda). Resmin altında uzanan Samanyolu'nun uydularından çaldığı gaz bir kol halinde görülüyor. Aynı bölgede 0-1000 km/sn hız dilimindeki cisimlerin görüntüsü (sağ altta). Sağdaki parlak topakcıklar arasında yeni keşfedilen bir karanlık gaz bulutu da bulunuyor. Samanyolu'nun, Magellan bulutlarından çaldığı gaz, daha net görülüyor.

gökadalar ve hiç ışımayan, tümüyle karanlık, on milyonlarca hatta yüz milyonlarca Güneş kütlelerinde gaz bulutları olduğunu, ve bunların Samanyolu ile komşularının oluşma sürecinden arta kalan ve protogalaksi diye adlandırılan parçalar olabileceğini belirtiyor.

Bulguların, bölgemizde ne kadar olağan madde bulunduğu konusunu aydınlatacağını vurgulayan Staveley-Smith, böylelikle "karanlık madde"nin miktarı konusunda da güvenilir öngörülerde bulunabileceğini söylüyor. Karanlık madde, ışık, radyo dalgası ya da başka türden hiçbir ışınım yayınlamayan ve gökbilimcilerce evrenin toplam kütlelerinin %90'ını oluşturduğu sanılan maddeye verilen isim. Araştırmacıya göre bulguların çözmesi beklenen bir bilmece de sönük ve cüce gökadalara nasıl "işlediği"! Bu gökadalara dinamiği, büyük sarmal gö-

kadalarınkinden çok farklı. Yeterli malzeme bulunduğu halde nedense çok az yıldız oluşmuş.

Araştırmayı yöneten Avustralyalı gökbilimci Dr. Rachel Webster, gözlemlerin sürdüğünü ve sonunda 5000 ile 10 000 arasında parlak cisim saptamayla umduklarını belirtiyor. Bunların yaklaşık dörtte biriyse, şimdiye kadar varlığı hiç bilinmeyen cisimler olacak.

Gökbilimciler gözlemin başarısını, 13 bandı tarayabilen yeni bir düzeneyle, gökyüzünün çok geniş bir bölgesinin aynı anda taranabilmesine bağlıyorlar. Dr. Staveley-Smith, bunu oltayla balık tutan biriyle bir trol gemisinin av hacmi arasındaki farka benzeterek, "tek bantlı bir teleskop kullansaydık, araştırma 30-40 yıl sürerdi; oysa bu kadar malzemeyi üç yılda derleyebildik" diyor.

NASA Basın Bülteni 23 Mayıs 2000

CERN, Higgs Avına Başlıyor

Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN, kuramsal Higgs parçacığını bulmak için, uzun süredir kullandığı parçacık hızlandırıcısını çok daha güçlü bir yenisiyle değiştirme hazırlıklarına başladı. Higgs'in, kuarklar ve bozonlar gibi tüm madde parçacıklarıyla kuvvet taşıyıcı parçacıklara kütle kazandırdığı düşünülüyor (bkz. "Maddenin Aslı" BTD Ocak 2000).

CERN, halen bu iş için birçok büyük keşifte yeralan Büyük Elektron Pozitron Çarpıştırıcısı'nı (LEP) normal gücünün ötesinde zorluyor. LEP ekibi, yeraltında 27 km uzunluktaki dairesel tünel içinde elektron ve ters elektrik yüklü ikizleri pozitronları mıknatıslarla neredeyse ışık hızına çıkarıp çarpıştırarak, dev detektörlerle çarpışma enkazında yeni parçacıklar ve bu arada Higgs'i arıyor. LEP'in günümüzde ulaştığı enerji 103 GeV (milyar elektronvolt) düzeyinde. Higgs parçacığını önce bulmak için CERN'in geleneksel rakibi Fermilab (ABD) ile yarışan LEP araştırmacıları, bu aşamada 1 GeV güç artışının bile önemli olduğunu vurgulayarak, halkanın performansını 114 GeV düzeyine çıkarabilmeyi umuyorlar. Ama önümüzdeki birkaç ay içinde hedeflerine ulaşamazlarsa, LEP, Eylül ayında sökülmeye başlanacak ve yeni hızlandırıcının beş yıl sürecek kuruluş çalışmalarına hemen ekim ayında girilecek.

Kuramsal fizik topluluğunun umutlarını bağladığı ve 2 milyar dolara mal olacağı hesaplanan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) daha yüksek enerji düzeylerine erişmek için, elektronlardan çok daha ağır protonları çarpıştırarak. Parçacıkların kafa kafaya çarpışmasıyla ortaya çıkacak "kütle merkezi enerjisi"nin 14 trilyon elektronvolt (TeV) olacağı hesaplanıyor. 2005 yılında hizmete girmesi planlanan LHC'nin Higgs bozonunun yanı sıra temel doğa kuvvetlerinin özdeşleştirilmesi için gerek olduğu sanılan ve bilinen parçacıkların ters spinli ikizleri olarak düşünülen süpersimetrik parçacıkları da ortaya koyması bekleniyor.

LHC'deki çarpışma izleri, apartman büyüklüğünde ve farklı tasarımlardaki dev detektörlerce izlenecek. Bunlardan ATLAS ve CMS, Higgs bozonu, süpersimetri parçacıklarını araştırırken, LHC-b adlı üçüncü bir detektör, madde ve karşı-madde arasındaki farkı araştırarak. ALICE adlı detektörse, temel yapıtaşları olan kuarklar ve bunları bağlayan gluon adlı kuvvet taşıyıcı sanal parçacıkların ilk kez proton ve nötron gibi parçacıklar içinde bağlı olmadan serbestçe dolaştığı, "kuark-gluon plazması" denen yoğun madde türünü araştırarak. Katı, sıvı ve gaz dışında "maddenin 4. durumu" diye de adlandırılan bu plazmanın, büyük patlamanın ilk anların-

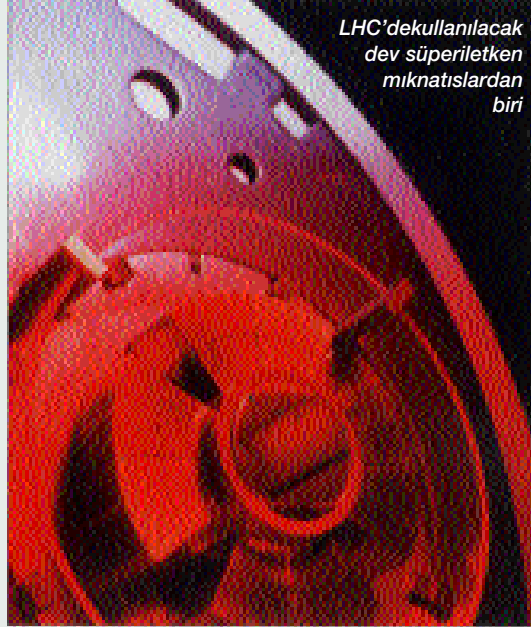
cak bir tayföçer bulunacak. Her iki makineyle aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 30'dan fazla ülkeden gelen 1700 kadar fizikçi, işbirliği halinde araştırma yapacak.

Deneylerin 2005 yılında başlayabilmesi için her biri 15 metre uzunluğunda 1200 dev süperiletken mıknatısın, 27 km uzunluğundaki halkaya yerleştirilmesi gerekiyor. Daha büyük bir mühendislik sınavıysa, CMS'de kullanılacak dünyanın en büyük süperiletken bobin mıknatısın yapılması. Mıknatıs denemesinin 2004 Martında yapılması ve detektörün daha sonra yerin 100 metre altındaki "mağarasına" yerleştirilmesi bekleniyor.

Bir başka sorun, saçılım kristallerinin uygun nitelik ve yapıda olması. LEP'teki L-3 detektöründe bizmut germanyum oksit (BGO) kristalleri kullanılıyor. Ancak bunların LHC için hem çok yavaş kalacağı, hem de çarpışmanın ortaya çıkaracağı muazzam radyasyon düzeylerine dayanamayacağı düşünülüyor. Bu nedenle salt LHC'de kullanılmak üzere Rusya ve Çin yeni bir kristal maddesi üretiyorlar. CMS detektörü için 11 metreküp toplam hacimde 80 000 kurşun tungstat kristali. En temel sorun, elde edilecek verilerin işlenmesi. ALICE, ATLAS, CMS ve LHC-b'nin her biri, yılda 1 petabyte (katrilyon byte) tutarında veri üretecek. Bunların çeşitli ülkelerdeki yüzlerce araştırma kurumunda görev-

li binlerce bilim adamına iletilmesi gerekiyor. Bu hacimdeki bir verinin, gene CERN tarafından yaratılmış www bilgi iletişim ağıyla ulaştırılması olanaksız. Bu nedenle CERN araştırmacıları Grid (ağ) adı verilen ve ABD'nin Argonne laboratuvarı araştırmacılarınca geliştirilen bir veri işlem sisteminin benzerini geliştirmeye hazırlanıyorlar. Hesaplama gücünü büyük ölçüde artıracak bu sistem üzerinden veriler, öncelikle ABD, Almanya, Fransa, İngiltere ve İtalya'daki "1. kademe" merkezlere, daha sonra 2. kademe ülkelerdeki araştırma kurumlarına ve son olarak da 3. kademe olarak belirlenen üniversitelere gönderilerek işlenecek.

Physics World, Mayıs 2000



daki muazzam sıcaklıkta var olabildiği düşünülüyor. CERN fizikçileri, birkaç ay önce LEP deneylerinde kuark-gluon plazması saptadıklarını açıklamışlar, nevar ki bu sav, genel kabul görmemişti.

Yukarıda belirtilen detektörlerden ATLAS ve CMS, çarpışma tünelinin çevresine iç içe sarılmış silindirler biçiminde. Aygıtın en içteki bölümünde, elektrik yüklü parçacıkların izlediği yolları saptayan bir tarayıcı, daha dışta, hem yüklü hem de yüksüz parçacıkların enerjilerini ölçen bir kalorimetre ve en dışta da, nötrinoların dışında detektörü bir uçtan bir uca geçebilecek tek parçacık olan müonları (elektronların ağır bir türü) saptaya-

İsviçre Süper Tren Peşinde

Teknik, mali ve güvenlikle ilgili sorunlar aşılabılırsa, iddialı bir hava treni projesi İsviçre'yi bu alandaki teknolojinin lideri olan Japonya'nın önüne taşıyacak. Proje, İsviçre'nin Lausanne ve Fransa'nın Lyon kenti hava alanlarını birleştirmeyi hedefliyor. Gerçekleşmesi halinde 110 km uzunluğundaki "yarı-vakum" bir tünel, aradaki uzaklığın 15 dakikada alınmasını sağlayarak iki hava alanını tek bir terminal haline getirecek. İki havaalanı, proje için bir yapılabirlik incelemesinin masraflarını üstlenmiş bulunuyorlar. Ancak yaklaşık 2 milyar dolarlık bir fiyat etiketi taşıyan metro projesine katılmayı düşünen özel sektör kuruluşları, şimdilik toplam maliyetin ancak yüzde 20'si için taahhütte bulunmuş durumdadır.

1970'li yıllarda miknatısların özdeş kutupları arasındaki itim kuvvetinden yararlanarak raylara değmeden giden hızlı hava treni tasarımları, geleceğin taşıma sistemi olarak büyük ilgi çekmiş, ancak bu projelerden hiçbiri seri üretim aşamasına gelememişti. Bu

alandaki en büyük başarıyı, 18,4 km uzunlukta bir deney hattında saatte 552 km hıza ulaşan bir uçan treni gerçekleştiren Japonya göstermiş bulunuyor. Berlin ve Hamburg arasında 290 kilometre uzunlukta benzer bir hat tasarlayan Almanya ise, 4,5 milyar dolar maliyetli bu projeyi geçtiğimiz aylarda rafa kaldırdı.



İsviçre'nin tasarladığı "Swissmetro" projesinde trenler, içi boş bir yeraltı tüneline gidecekleri için, rakiplerine göre daha hızlı (saatte 650 km üst hızda) yol alabilecekler. Yerin 300 metre derinliğine kadar inebilen 5 metre çapındaki tüneller, 10 Pa düzeyinde bir yarı vakum durumunda tutulacaklar.

İlk Yapay Göz

Doğrudan optik sinire bağlanabilen ilk yapay gözün üç dört ay içinde görmeyen bir kadına takılması bekleniyor. Aracın ileride retinaları zarar görmüş, hatta tümüyle tahrip olmuşlar da dahil, göremeyen pekçok kişiyi sınırlı da olsa yeniden görme olanağına kavuşturacağı sanılıyor. Belçika'nın Lovain kentindeki Katolik Üniversitesi araştırmacılarınca geliştirilen yapay göz, optik sinir üzerindeki değişik noktaları uyarak beyinde görsel duyar uyandırıyor. Deney aşamasındaki başka implantlar retina üzerindeki ganglia hücrelerini, hatta beyin görme korteksini uyandırıyorlar. Ancak Lovain ekibini yöneten Claude Veraart'a göre bunlar, tanınabilir görüntüler yaratabilmek için çok sayıda elektrodu gerektiriyor, bu da üretilmelerini aşırı derecede karmaşıktırıyor. Oysa Belçikalıların geliştirdiği düzeneğe, optik sinirin çevresine sarılan ve yalnızca dört noktada elektriksel temas yapan bir bobin bulunuyor. Elektrik sinyallerinin fazlarını ve şiddetlerini değiştirerek bobin, optik sinirin değişik bölge-

lerini uyarabiliyor. Beden dışındaki bir kameradan gelen video sinyalleri, radyo anteniyle, kulağın arkasında deri altına yerleştirilmiş mikroçipe iletiliyor.

Veraart, düzeneği iki yıl süreyle, görmeyen bir kadın üzerinde denemiş. Deneğe, uygulanan çeşitli uyarıların geldiği yönü işaret etmesini söyleyerek araştırmacılar, kamera görüntüsündeki pikselleri, görüş alanı üzerine oturtmayı başarmışlar. Veraart, bunun ancak deneğin daha önce görebildiği ve bir şeye "bakmayı" bildiği için mümkün olduğunu vurguluyor.

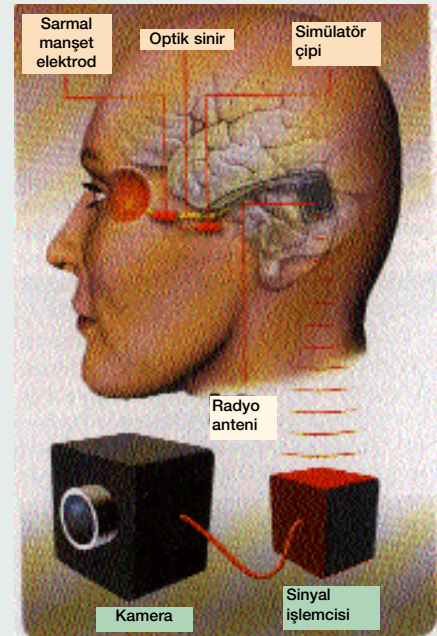
Araştırmacılar, düzeneğin en azından görmeyenlere önlerindeki engellere çarpma yetisi kazandıracağını düşünüyorlar. Ancak nakil için yeni bir takım testlerin tamamlanması gerekiyor. Önemli bir faktör, deneklerin önlerindeki engeli belirleme süreleri. Veraart, "eğer bu iş 30 saniye alıyorsa, düzeneğin fazla pratik yararı yok demektir" diyor. Ancak denek önüne konan engellere görece hızlı tepki verirse, düzeneğe Ağustos'tan başlayarak en az üç hasta üzerinde daha denenecek.

Bu düzey, yerden 18 km yükseklikteki atmosfer basıncına eşit. Metro istasyonlarıyla tüp arasındaki bağlantı, yolcuların rahatça inip binebilmeleri için normal hava dolu yalıtılmış geçitlerle sağlanacak. Projede hattın tam kapasiteyle çalışmaya başladığı zaman her dört dakikada bir 200 yolcu taşıyabilen bir trenin geçmesi öngörülüyor.

Projenin teknik sorunlarından birisi, tüp çeperlerinin tümüyle su ve hava geçirmez ve dayanıklı çelik ile kaplanması gerektiği. Ayrıca termal iletkenliğinin de yüksek olması gerekecek. Nedeni, tünel içindeki hava nın ve güdüm sisteminin yol açacağı manyetik direncin, treni hareket ettiren gücün yaklaşık altıda birini termal enerjiye dönüştürmesi.

Elektromanyetik süspansiyon sistemi, trenleri rayların 20 mm üzerinde tutacak. Ayrıca trenlerin gereken yerlerde hızlanıp, yavaşlayabilmeleri için de raylar boyunca her 50 metrede bir 7 MW gücünde lineer motorlar yerleştirilmesi öngörülüyor.

Physics World, Mayıs 2000



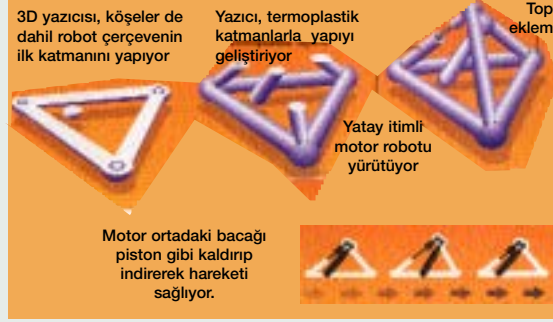
Bazı araştırmacılar, deneylerin abartılı beklentiler uyandırmasından çekiniyor. Londra'daki Kraliyet Körler Enstitüsü'nden Rebecca Griffith, "dört ay, deneylerin başlaması için geçecek süre; düzeneğin piyasaya sürülmesi için değil" diyor.

New Scientist, 29 Nisan 2000

Kendini Yaratıp Yenileyen Robotlar

Belki hemen yarın olmayacak ama, Terminatör-2 filminin kahraman robotunu amansızca izleyen metal adamın gerçekleşmesi anlaşılan çok da uzak değil. Amerikalı araştırmacılar, polimorfik (çok biçimli) robot diye adlandırdıkları ve kendilerine verilen göreve göre biçim değiştirebilen makinelerin ilk basit örneklerini gerçekleştirdiler. Düzeneklerin gezegen araştırmalarında, ya da tehlikeli arama-kurtarma operasyonlarında kullanılabileceği belirtiliyor. "Termoplastik-çerçevesiz robot"un ilk örneğini arkadaşı Jordan Pollack ile birlikte Boston'daki Brandeis Üniversitesi'nde gerçekleştiren Hod Lipson, "şimdi iş robotun kendi başına gidebilmesi için bir yöntem geliştirmeye kaldı" diyor. Prototip robot şimdilik algılayıcı taşımadığından dünyayı tanımıyor. Ancak tasarımlar geliştikçe, algılayıcılar da eklenebilecek.

Tasarımdaki temel ilke, robota yapacağı işin söylenmesi. Örneğin



"tek bacakla ve yalnızca tek bir motorla hareket etmenin bir yolunu bul" komutu verilecek. Bunun üzerine bir bilgisayar bu komutu yerine getirecek en etkili tasarımı hazırlamaya çalışacak. Şimdilik robotun gövdesi, otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılan "hızlı prototipleme" teknolojisiyle üretiliyor. Bu yöntemle karmaşık, üç boyutlu (3D) yapılar çok hızlı biçimde üretilabiliyor. 3D yazıcısı adlı bir aygıt, hortuma benzer bir araçla termoplastik tabakalarını üst üste yığıyor ve yavaş yavaş istenen yapıyı oluşturuyor. Bu makineler şimdilik büyük ve ağır. Ama araştırmacılar, ileride robot içine takılabilecek taşınabilir modeller geliştirilebileceğini düşünüyorlar. Böylece ileride uzaya gidecek robotlar, örneğin kollarının biçimini değiştirebilecekler. İstenen işe göre biçim değiştirebilen bir robot kolu, uzaya çok sayıda değişik malzeme çıkarılmasını gereksiz kılacak. Lipson'a göre ilerinin daha gelişkin 3D yazıcıları, değişik

özelliklerdeki birçok malzemeyi, örneğin iletken, yalıtkan ya da yarı iletken metaller, teller, devreler, motorlar vb. aynı anda basabilecek; böylece montaja da gerek kalmaksızın tüm araç gereç, üst üste konan iskambil kağıtları gibi yükselecek. Lipson'un geliştirdiği algorit-

maya göre, robot kendisine verilen göreve uygun biçimi, "sinir ağı" diye adlandırılan bir bilgisayar mantığı programı uygulayarak kendisi belirleyecek.

Tasarımı basit tutmak için araştırmacılar, algoritmayı prototip robotu çok basit parçalardan üretecek biçimde düzenlenmiş. Bu parçaların çoğu, küçük motorlarca uzatılıp kısaltılabilen plastik çubuklardan ve köşe bağlantıları için kullanılan top ve soketlerden oluşuyor. Bunlar 3D yazıcıları tarafından kolayca üretiliyor. Bu parçalar birleştirilerek karmaşık tasarımlar geliştirilebiliyor. Bazıları kalkıp inen bir piston aracılığıyla, koltuk değneğiyle gider gibi kendini ileri sürüyor. Tasarımcı, yazıcıdan çıktığında robotun harekete hazır olduğunu söylüyor. Ama şimdilik motorlar elle yerleştiriliyor. Robot işini bitirince, eritilmek ve 3D yazıcısına yeni bir biçime dönüştürülmek üzere geri dönüyor.

New Scientist 13 Mayıs 2000

Bil Bakalım Neredesin!

En azından araştırmacılar, gemi kaptanları ve kaşifler, bu sorunun yanıtını artık tam olarak verebilecekler. ABD Başkanı Bill Clinton'un emriyle ABD hava kuvvetlerinin Global Yer Belirleme Sistemi (GPS) uydularında bulunan bir sinyal bozma düzeneğinin 2 Mayıs'ta devreden çıkartılmasıyla, sistemin sivil ve ticari kullanıcıları, 10 kat daha duyarlı ölçüm olanağına kavuştular.

Birer atom saatiyle donatılmış 24 uydudan oluşan sistem, gönderdiği sinyalleri zapteden bilgi-



sayarlı araçlara bulundukları yeri büyük bir güvenle sağlama olanağı veriyor. Ancak şimdiye değin ABD hava kuvvetleri, uydulara yerleştirdiği aygıtlarla sinyalleri, yalnızca kendisinin çözebileceği biçimde karıştırıyor, sivil kullanıcılar ise yer belirleme işlemini ancak bu perdelemenin yol açtığı sınırlı duyarlılıkla gerçekleştirebiliyorlardı. ABD Ulusal Güvenlik yetkilileri, sinyal üzerindeki perdelemenin kaldırılması yolundaki yoğun baskılara, bunun teröristlerin işine yarayacağı gerekçe-

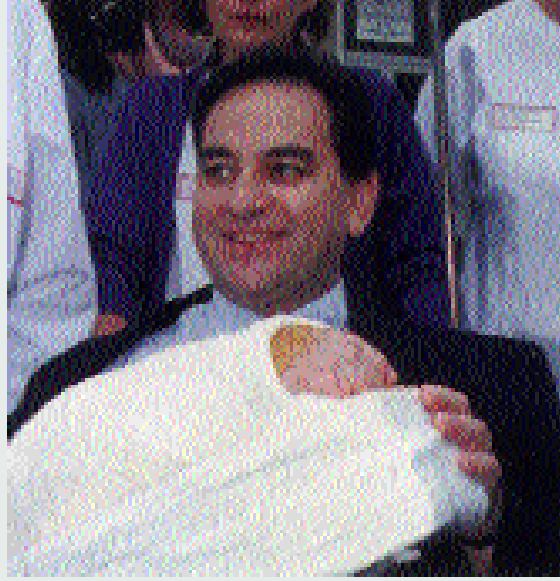
siyle direnmekteydiler. Daha güvenli deniz ve kara trafiği isteyen kamudan gelen baskılar ve kargo taşımacılığını izleme gereksinimi karşısında Clinton, 1996 yılında sinyal karıştırma uygulamasına 10 yıl içinde son verileceğini açıklamak zorunda kalmıştı. Ulusal Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları Dairesi Başkanı James Baker, araştırmacıların artık yerlerini gerçekten yalnızca 10 metre saparak belirleyebileceklerini söylüyor. Gene de bu, işin başlangıcı sayılır. Sinyal kalitesini daha da arttırmak ve iyonosferdeki çalkantıların etkisinden kurtarmak için 2003 ve 2006 yıllarında yeni iyileştirmeler yapılacak.

Science, 5 Mayıs 2000s

Organ Reddi Alarmı

Artık doktorlar, naklettikleri bir organın hastanın bağışıklık sistemince reddedilip reddedilmeyeceğini, ağrı, ateş ya da organ çöküşü gibi semptomlar ortaya çıkmadan günler, hatta haftalar önce belirleyebilecekler. Bu olanağı sağlayacak yöntemi keşfeden ABD'li ve İtalyan araştırmacılar, kendilerine kalp nakledilen 55 ve karaciğer nakledilen 14 hasta üzerinde inceleme yapmışlar. Görmüşler ki bağışıklık sistemlerinde yüksek düzeyde yardımcı T ve sitotoksik T hücresi bulunanlarda bir hafta ile 12 gün arasında organ reddi süreci başlamış. Baskılayıcı T hücreleri normalin üstünde olanlardaysa 14 haftadan önce red belirtileri görülmemiş. Columbia Üniversitesi araştırmacılarından Nicole Suci-Foca, transplantasyon cerrahlarının Mayıs ayındaki toplantısında yaptığı açıklamada, "hastayı inceleyip baskılayıcıları gördüğümüzde artık biliyoruz ki, nakledilen organ uzun süre reddedilmeyecektir" dedi.

New Scientist, 20 Mayıs 2000



İlk El Nakli Sorunlu

Dünya'da ilk kez gerçekleştirilen bir operasyonla iki yıl önce kendisine el nakli yapılan hastanın ciddi bağışıklık tepkisi belirtileri üzerine tedavi altına alındığı açıklandı. Fransa'nın Lyon kentindeki Edouard-

Herriot Hastanesi'nde 1998 yılında yapılan başarılı operasyonda, Clint Hallam adlı hastaya yeni bir el takılmıştı. Avusturalya'da yaşayan Hallam, operasyonu olanaklı kılan bağışıklık baskılayıcı "ilaç kokteyli"nin, uzun dönemde de red sürecini önleyip önleyemeyeceğinin belirlenmesi için sürekli gözetim altında tutuluyordu. Perth kentindeki Sir Charles Gairdner Hastanesi yetkilileri, Hallam'ın tedavi altına alındığını doğrularken, ameliyatı gerçekleştiren cerrah Jean-Michel Dubernat'nın,

elin kurtarılabileceği umudunu koruduğu bildiriliyor. Hastada red belirtileri daha önce de görülmüş ama doktorlar ilaç dozlarını yükselterek süreci geri çevirmeyi başarmışlardı.

Nature 4 Mayıs 2000

Biberle Acısız Yaşam

Acı bir biberi ısırdığınızda, ağzınızda kızgın bir kor parçası tutuyormuş duygusuna kapılmanız nedensiz değil. Araştırmacılar yıllar önce bunun nedeninin bir hücre zarı proteini olduğunu belirlemişlerdi. Suçlu, kültür çanaklarında hem sıcaklığa, hem de acı biberin aktif maddesi olan kapsaisine tepki veren bir protein. Ancak kültür hücreleri acı duymazlar. Bu nedenle bilim adamları, söz konusu molekülün hayvanlar için önemini bilemiyorlardı. Ancak son aylarda genetik olarak değiştirilmiş ve acı sosa karşı olşağanüstü dirençli farelerle yapılan deneyler sonunda proteinin acının pekçok türüyle ilintili olduğu ortaya çıktı. Araştırmacılar, buluşun yeni ve etkili ağrı-kesici ilaçlar geliştirilmesine yardımcı olacağını umuyorlar.

ABD'nin California Üniversitesi ve Almanya'nın Würzburg Üniversitesi araştırmacılarından oluşan bir ekip, sıcaklıkla birlikte kapsaisin ve öteki vanilloid

bileşimlere duyarlı olan VR1 almaçları olmayan transgenik fareler üretmişler. Farelerin kontrol grubuyla gösterdiği tek değişiklik yüksek sıcaklıklara karşı gösterdikleri direnç ve kapsaisinle acılaştırılmış suyu lıkır lıkır içebilmeleri.

Deneylerde arka ayaklarına kapsaisin enjekte edilen normal fareler, acıyan ayaklarını yalayıp sallarken, mutant fareler herhangi bir davranış tepkisi vermedikleri gibi ayaklarında da şişme ya da yanma görülmemiş.

Normal fareler, kapsaisin-

li sudan bir yudum aldıklarında burunlarını oğuşturmaya başlamışlar ve su damlalığına bir daha yaklaşmamışlar.

Transgenik farelerse sudan doyasıya içmişler. Araştırmacılar ayrıca transgenik farelerin kuyruklarını sıcak suya sokmuşlar ve ayaklarını sıcak bir plaka-

ya bastırmışlar. Her iki testte de bunlar, normal farelere kıyasla daha dirençli çıkmışlarsa da sonunda tepki göstermişler. Bu da, VR1 eksikliğinin hayvanların sıcaklığa ve acıya duyarlılığını azalttığını, ama tümüyle ortadan kaldırmadığını kanıtıyor. Bundan çıkan sonuç da, almacı baskılayanın, dokunma duyusuyla ilgili acıları sınırlı ölçüde rahatlatılabileceği. Ancak araştırmacılar, doku hasarıyla ortaya çıkan kronik iç ağrılara karşı daha etkili sonuçlar sağlamayı umuyorlar. Nedeni, VR1 almaçlarının bu ağrıların duyulmasına yardımcı olduğunu düşünmeleri. Deneylerde, söz konusu almacı taşıyan nöronların, yanmanın ortaya çıkardığı asidik ortama güçlü bir tepki verdikleri, ancak transgenik fare nöronlarının asitle yıkandıklarında verdikleri tepkinin çok daha düşük olduğu görülmüş.

Johns Hopkins Üniversitesi tıp fakültesi sinir cerrahlarından James Campbell, araştırmacıların iyimserliğini paylaşıyor ve etkili ağrı kesiciler için potansiyel bir kaynak olduğunu söylüyor.

Science, 14 Nisan 2000



Cüzzam Mikrobu Yok Oluyor

Cüzzam hastalığıyla ilgili bir kötü, bir de iyi haber var. Kötüsü, mikrobu genomunu inceleyen tıp araştırmacıları, genlerin pek çoğunun işlevini belirleyemediler. İyi haberse şu: mikrobu genomu bir çöplüğü andırıyor.

Mycobacterium leprae, tarihte bir insan hastalığıyla ilintisi belirlenen ilk bakteri. Ama 100 yıl sonra bile bir deney tüpünde üretilmiyor.

Çevresel sinirleri, deriyi ve üst solunum yollarını etkileyen kronik bir bulaşıcı hastalık olan cüzzam, hâlâ Hindistan, Brezilya, Endonezya gibi ülkelerde her yıl 750 000 kişiye buluşuyor. Araştırmacılar, çubuk biçimli bakterinin havadan ve doğrudan temasla bulaştığını, bedene burundaki mukoza astarından ya da açık yaralardan girdiğini düşünüyorlar. Mikrop daha sonra sinirleri yahtan Schwann hücrelerinin içinde yuvalanıyor. Burada yıllar boyu kuluçkada kalıyor. Ancak bir süre sonra bağışıklık sistemi, bakteri bulaşmış hücreleri belirleyip bunlara saldırıyor ve bu arada sinirleri de tahrip ediyor. Duyu kaybıyla birlikte ortaya çıkan ikincil enfeksiyonlar, bağışıklık sistemini kamçılıyor. Saldırı karşısında özellikle kol ve bacaklarla parmaklarda

yumuşak dokular, hatta kemikler büyük tahribata uğruyor.

Paris'teki Pasteur Enstitüsü araştırmacıları, deney tüpünde yaşatılamadığı için, klasik yöntemle bir armadillo'nun soğuk bedeninde yetiştirdikleri bakterilerden cüzzam genomunu elde etmişler. Mikrop, farelerin tabanlarında da yetişiyor. 5 yıl süreyle genomdaki baz



Schwann hücresinde cüzzam mikrobu.

dizilimi üzerinde çalışan araştırmacılar, cüzzam genomunun yarısının "hurda DNA" denen kendini kopyalama yeteneğini yitirmiş genetik materyalden oluştuğunu belirlemişler. Bu oran, diğer mikroplarda yalnızca yüzde 15 düzeyinde. Hurdalık, evrim sürecinde işlevlerini tümüyle yitirmiş 1000 kadar genden oluşuyor. Mikrobu, ortak

bir ataya sahip oldukları tüberküloz mikrobuyla karşılaştıran araştırmacılar, cüzzam mikrobu hasarlı 1000 geninden başka, 1000 kadar başka geni de tümüyle yitirdiğini belirlemişler. Bu kayıp genler arasında enerji üretimi için enzim kodlayan ve DNA kopyalanmasını düzenleyenler de bulunuyor. Bu cüzzam mikrobu son derece yavaş gelişimini açıklayan bir bulgu olarak değerlendiriliyor. Farelerde cüzzam mikrobu sayısının ikiye katlanması 2 hafta alıyor. Oysa bu süre başka mikroplar için yalnızca iki saat. Varılan sonuç, mikrobu kendi kendini yok etmekte olduğu.

Ancak araştırmacılar bu süreci hızlandırmaya çalışıyorlar. Fransız ekip Cüzzam mikrobu, tüberküloz akrabasında bulunmayan 100 farklı gen belirlemişler. Eğer bunlardan birinin, mikrobu yüzeyindeki özel bir proteini kodladığı belirlenirse, araştırmacılar bununla, deride uygulanacak bir erken tanı sistemi geliştirilebileceğini umuyorlar. Semptomlar ortaya çıkmadan üç ayı ilacın birlikte kullanılmasıyla sinir tahribatının önüne geçilebilecek ve cüzzam, uyuz gibi basit bir deri hastalığı haline dönüştürülebilecek.

Science, 5 Mayıs 2000

Işıkla Kanseri Tanısı

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, kanseri hazırlık devresinde belirleyen bir yöntem geliştirdi: Bedenin iç yüzeylerini örten ve kanser türlerinin %85'ine kaynaklık eden epitelyumda kanser eşliğindeki (displastik) dokular saptanıyor. Displazide çekirdekler büyüyor, içleri kalabalıklaşıyor, farklı büyüklük ve biçim alıyorlar, genetik malzemeleri (kromatin) fazlalaşıyor.

İnce bir fiber optik sondayla epitelyum üzerine ışık tutulup, hücre çekirdeklerinden geriye saçılan ışık toplanıyor. Dönen ışığın tayf ve kutuplanması, çekirdeklerin büyüklük dağılımını, yerlerini, kromatin bolluğunu gösteriyor. Ekip, klinik deneylerde kanser eşliğindeki kalın bağırsak ve yemek borusu dokularını başarıyla saptamış. Yöntemin birkaç yıla kadar ticari kullanım kazanacağı sanılıyor.

Physics Today, Mayıs 2000

Napolyon Nasıl Öldü?

Sürgündeki Fransa İmparatoru Napolyon Bonapart, 1821'de arsenikle mi zehirlendi, yoksa mide kanserine mi yenildi? Tartışma, 179'ncü ölüm yıldönümünde yeniden alevlendi. Kanada'daki Uluslararası Napolyon Derneği'nin başkanı Ben Weider, FBI'nin 1995'te imparatorun saçlarında milyonda 20 ile 50 parça düzeyinde arsenik belirlediğini vurguladı. "Doğal" arsenik düzeyi ise yalnızca milyonda bir parça. Napolyon'un son günlerinde ışığa karşı aşırı duyarlılığı, saç dökülmesi, uykusuzluk ve sinirsel rahatsızlıkları, Weider'a göre imparatorun şarabına azar azar konan arseniğin eseri. Ayrıca, otopsi raporlarında kaydedilen şişmanlık, kanserden eriyen bir adam tablosuna uymuyor.



Rakip kuruluş olan Amerikan Napolyon Derneği'nin başkanı, önce kanıt olarak ileri sürülen saçların Napolyon'a ait olduğunu kanıtlanması gerek. Arsenik zehirlenmesinin yol açtığı avuç içlerinin ve ayak derilerinin sertleşmesi de görülmemiş. Yale Üniversitesi'nden Philip

Corso, Napolyon'un ölümünden sonra sekiz doktorca imzalanmış beş ayrı otopsi raporunun ortak tanısının yaygın mide kanseri olduğunu hatırlatıyor. Snibbe, Napolyon'un Florida'da gömülmüş bir akrabasından DNA örnekleri toplamak için izin peşinde. Ancak her iki kampın rüyası, anıt mezarı açıp imparatorun kemiklerinden alınacak örneklerle tartışmayı noktalamak.

Science 26 Mayıs 2000

Çelişkili Gen Sayıları İçin Piyango

Kısa süre içinde tamamlanması beklenen insan gen haritasındaki toplam genlerin sayısının, sanıldığı gibi 80-100 000 arasında değil, bu sayının yarısı kadar olduğu yolundaki yeni savlar, Avrupa bilim çevrelerinde "çarkıfelek" benzeri bir piyango düzenlenmesine yol açtı.

Gen sayısını radikal biçimde geriye çeken sav, insan hücresindeki 21. kromozomdaki DNA baz dizilimini tamamlayan Alman, Amerikalı, Fransız, İsviçreli ve Japon araştırmacılarca ileri sürüldü. Ekip, insan hücre çekirdeğindeki 23 çift kromozomdan en kısası olan 21. kromozomun uzun kolu üzerinde 33,55 milyon baz çifti (33,55 megabaz ya da Mb), kısa kolu üzerindeyse 281 000 baz çifti (kilobaz) belirlediler. Bu kısa kol üzerindeki dizilimin belirlenmesi hayli güç oldu; çünkü burada yalnızca çok sayıda işe yaramayan tekrarlanmış dizilim bulunmakla kalmıyor. Bu parçanın uzunluğu insandan insana büyük değişiklikler de gösteriyor. Baz çiftlerinin değişik sıralanmaları, insanlarda, saç, ten ve göz renginden tutun da, beden ölçülerine, hatta kalıtsal hastalıklara kadar pek çok özelliğini belirleyen genleri oluşturuyor. Çalışmanın ortaya çıkardığı sürprizlerin başında, 21. kromozomun uzun kolu üstünde 225 gen bulunması. Oysa geçen yıl dizilimi belirlenen 22. kromozomun uzun kolundaki genlerin sayısı 545.

21. kromozomun uzun kolu üzerindeki genlerin, insan genomunun yüzde 1'ini oluşturduğu sanılıyor. Bazı varsayımlara göre 21. kromozomun kısalığı nedeniyle üzerinde, beklenen genlerin yalnızca %80'i bulunabiliyor. Ama bu hesaba göre bile, kromozomun uzun kolundaki gen sayısının da 800-1000 arasında olması gerekiyordu. Gerçek sayının 225 olarak belirlenmesiye bu alanda şimdiye kadar var olan birliğe büyük darbe indirmeye aday. Birçok genetikçi bu du-

rumda toplam gen sayısı konusundaki tahminlerin 40,000'e indirilmesi gerektiğini savunurken, başkalarıysa, öteki kromozomların daha uzun olduğunu ve genlerin kromozomlar üzerine düzgün bir oranla dağılmamış olabileceğini vurgulayarak, 100 000 hatta 150 000 sayısında ısrarlılar.

Bu durum Avrupa Biyoenformatik Enstitüsü'nden Ewan Birney'e bir müşterek bahis başlatma konusunda esin kaynağı



21. kromozomun elektron mikroskop görünümü (solda). İnsan hücre çekirdeğindeki kromozom çiftleri (altta).



olmuş. www.ensembl.org/genesweb.html adresinde düzenlenen bahse katılmak için araştırmacılar ve öteki hevesliler, yalnızca 1 dolar yatıracaklar ve 2003 yılında açıklanacak kesin sonuca göre kazanan, yalnızca havuzda toplanan parayı değil, aynı zamanda DNA'nın yapı şifresini çözen iki araştırmacıdan biri olan James Watson'un "Double Helix" (İkili Sarmal) adlı kitabının deri kaplı bir cildini de kazanacak. Daha şimdiden bahis yarışmasına 200'ün üzerinde katılımcı, 30 000 ile 150 000 arasında değişen tahminlerle girmiş bulunuyor

Nature, 18 Mayıs 2000
Science, 19 Mayıs 2000

Genom Projesi'nin Düşündürdükleri

İnsan Genom Projesi'nin tıpta yaratacağı devrimin, bir tür genetik alt sınıf yaratarak zenginle yoksul arasındaki uçurumu genişletebileceği düşünüyor. Hastalıklara yatkınlık taraması gibi genetik testlerden geliştirmekte olan ülkelere yaşayan insanların çok azının yararlanmayı umması bir yana, gelişmiş ülkelere kimi insanların bu ilerlemelerden başkalarına göre "daha fazla" yararlanacağından korkuluyor. Bunun nedenlerinden biri, genetik testlerin sonuçlarını merak edenlerin yalnızca hastalar ve doktorlar olmayacak olması. Sağlık sigortası şirketleri de genlerinizin sizin hakkınızda nasıl bilgileri sakladığını öğrenmek isteyeceklerden.

İngiltere'de, sigortacıların sigorta kapsamına almadan önce müşterilerinden genetik tarama istemesini yasaklayan bir iş kanunu bulunuyor. Ancak sigortacılar genellikle müşterilerinden bu tür taramalardan geçmelerini istediği biliniyor. Hollanda gibi ülkelere de bu uygulama

yasak; ancak yakın bir zamanda gerçekleştirilen bir araştırmada, şirketlerin bu konudaki yasaya uymadığı ortaya çıkmış. Sağlık hizmetlerinin maliyetinin tümünün sigorta şirketleri tarafından karşılandığı ülkelere de bu korku daha da fazla. ABD'de grup halinde sigortaya başvuran insanlar arasında genetik testlerin sonuçlarına bakarak ayırım yapılmasını engelleyen federal yasalar bulunuyor. Ancak bu yasalar toplumun yalnızca, ek gelir elde etmek için grup sigortalarına katılan % 80'ini kapsıyor. Toplumun geriye kalan ve serbest meslek sahiplerini de kapsayan % 20'si, sağlık sigortası şirketlerinin katı uygulamaları ve tutarsız, eşitlikten uzak eyalet yasaları arasında sıkışıp kalıyor.

New Scientist, 20 Mayıs 2000



Kaç Bacak İstersiniz?

Böceklerin neden yalnızca altı bacakları olur? ABD'li evrim biyologları uzun yıllar yanıtsız kalmış bu bilmeceyi sonunda çözdüler. Bokböceği larvalarında iki geni baskılayan araştırmacılar, larvaların 16 yeni bacak geliştirmesini sağladılar. Böylece denek bokböcekleri, atalarının 400 milyon yıl önceki bacak zenginliğine kavuşmuş oldular.

Evrimbilimcilere göre böcekler ve öteki artropodlar, günümüzdeki çıyan ve kırkayakları andıran hayvanlardan geliştiler. Bu hayvanlarda, herbirinin üzerinde bir çift bacak bulunan, çok sayıda farklılaşmamış beden parçası bulunur. Böceklerdeyse bu parçalardan altısı birleşerek başı, herbiri çift bacak taşıyan üçü birleşip göğüs bölgesini ve sekiz ile 11 arasında parça da birleşerek bacakların olmadığı karın bölgesini oluşturur.

Altı bacaklı böceklerin, çok bacaklı atalarından çok daha hareketli olduğu gerçeğinden yola çıkan araştırmacılar, böceklerin evrim sürecinde ilerledikçe bazı bacak-üretici genlerini "kapadıklarını" düşünmüşler. Utah eyaleti Provo kentindeki Brigham Young Üniversitesi biyologlarından Randy Bennett ve arkadaşları, bacak sayısını belirleyen *Ultrabithorax (Ubx) abdominal-A (abd-A)* adlı iki gen olduğunu saptamışlar. Ötekilere göre ilkel bir tür olan un biti larvalarında bu iki genin baskılanması sonucu larvalarda 22 bacak



oluşmuştur. Göğüsdeki 6 bacağın dışında, 16 bacak da karın bölümünde gelişmiş. Pek çok böcek larvasının karın bölgesinde çok sayıda diken görümlü "ön bacak" görülür, ancak yetişkinlik evresinde bunlar kaybolur. Bennett, "buna karşın her iki geni de çıkarttığımızda hayvanların tüm karın segmentlerinde gerçek bacaklar oluştu" diyor. Araştırmacıya göre söz konusu genlerin işlevleri farklı. *Abd-A* geni, bacakların ortaya çıkıp çıkmayacağını belirlerken, *Ubx* bacak gelişim sürecini kontrol ediyor.

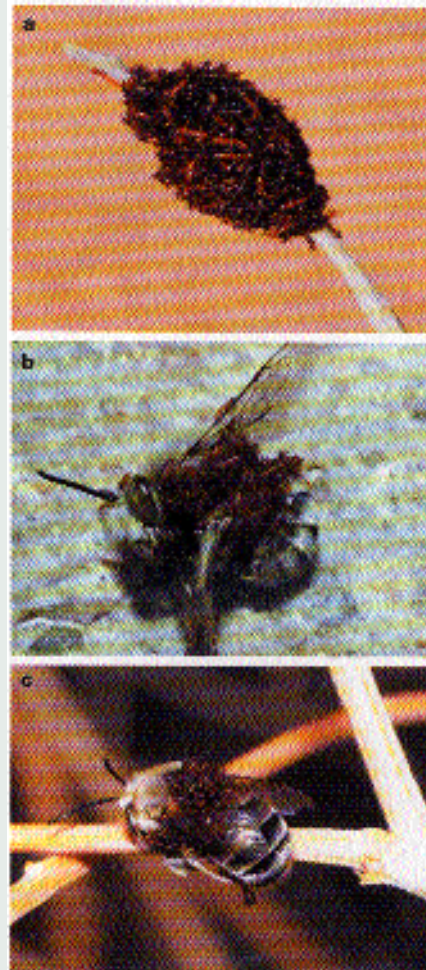
New Scientist, 6 Mayıs 2000

Yakıböceğinin Hilesi

Hile, asalak yaşamın kaçınılmaz bir gereği. Asalak organizmalar, üzerlerinde yaşayabilecekleri bir "evsahibi" bulabilmek için biçim ya da davranış değiştirme yöntemine sık sık başvuruyorlar. Ancak bu işi genellikle tek tek yapıyorlar. Bir tür yakıböceği olan *Meloe franciscanus* larvalarının yöntemiyse biraz değişik. Bunlar, sıcak bir yuva bulabilmek için işbirliği yapıyorlar. Plan da oldukça akıllıca. Larvalar, bir ot parçası ya da ince bir dala, ortalama 460 bireylik koloniler halinde topluca tutunuyorlar. Ancak bu öyle rasgele bir öbek değil; yakından bakıldığında bile bir kraliçe arıyı andırıyor. Erkek arılar bu davetkar dişileri incelemek için konduklarında tüm larvalar toplu olarak karınlarına yapışıyor. Erkek arı da, bir dişi bulup çiftleştiğinde de larvaların sorunu çözülmüş oluyor. Çünkü kraliçe nasıl bir yuva kuracak.

ABD'nin San Fransisco Üniversitesi biyoloji bölümünden John

Bir yakı böceği kolonisi ana arı taklidi yapıyor (a). Koloni, üzerine konan erkek arının karnına yapışıyor (b). Larvalar erkeklerle çiftleşen ana arının sırtında yuvaya taşınacaklar (c)



Hafernik ve Leslie Saul-Gershenz, İngiliz bilim dergisi Nature'da yayınladıkları gözlemlerinde en az 98 kez erkek arıların koloninin bir iki santim yakınına kadar sokulduklarını, 9 kere de üzerlerine konarak istenmeyen yükleriyle birlikte havalandıklarını belirtiyorlar. Araştırmacılar ayrıca pekçok koloninin de kendileri görmeden ortadan kaybolduğuna dikkat çekerek, arıların bu öbeklerden %42'sini götürmüş olmaları gerektiğini söylüyorlar. Gözlemler, larvaların görsel hilenin yanı sıra dişi arıların kokularını da taklit ettiklerini ortaya koymuş. Çünkü sabırsız bazı erkek arılar, daha larvalar tam olarak öbek oluşturmadan bile üstlerine konmuş. Oysa arılar, kolonilerin yanına yerleştirilen boyanmış sahte öbeklere bakmamışlar bile.

İki araştırmacı, yetişkin bir dişi yakıböceğinin bir seferde yaklaşık 3000 yumurta bıraktığını, böylesine büyük sayıların yüksek düzeyde larva ölüm oranına ve bireylerin tek tek evsahibi bulma konusundaki düşük başarılarına işaret ettiğini söylüyorlar.

Nature 4 Mayıs 2000

Titanik'i Bulan Ekip Kutup Keşif Gemisini Arıyor

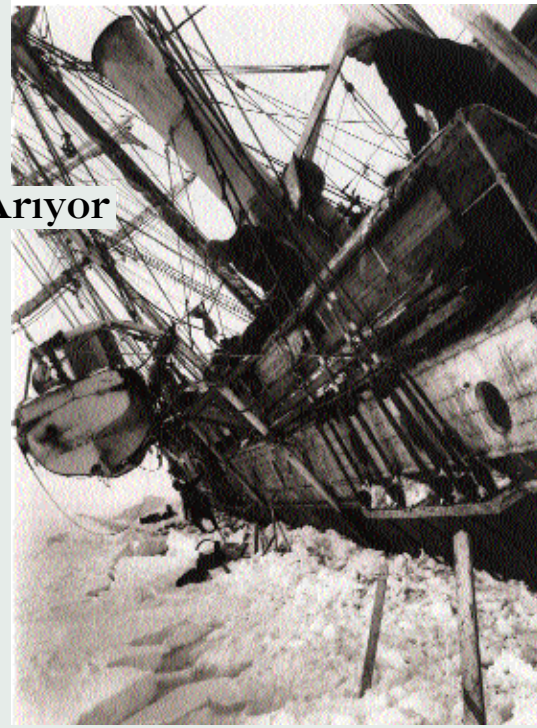
Tarihe geçmiş gemilerin batıklarını bularak ün kazanmış olan oşinograf Robert Ballard, şimdi de Güney Kutbu'na çıktığı keşif yolculuğu sırasında batan araştırma gemisi Endurance'ın kalıntılarını arıyor. Ernest Shackleton başkanlığındaki araştırma ekibi, 1914 yılında Antarktika kıtasını keşfe giderken, Endurance buzlara sıkışmış ve sonunda batmıştı. Geminin mürettebatı, erimeye başlayan buzlar üzerinde kaçarak ıssız bir adaya sığınmıştı. Shackleton, yanına aldığı birkaç kişiyle birlikte küçük bir sandal ve yelkenle maceralı bir yolculuktan sonra 1300 km uzaklıkta bir



balına av üssüne ulaşmayı başarmış ve 4 ay sonra geri dönerek kalan arkadaşlarını kurtarmıştı.

Batığı Amerikan Ulusal Coğrafya Vakfı'nın desteğiyle bulmayı planlayan Ballard, işin kolay olmayacağını, araştırmacıların buz üzerinde uzun süre yaşamak ve deniz dibinde araştırma yapmak üzere 1800 metre derinliğe bir robot gönderip yüzeyden kontrol etmek zorunda olduğunu söylüyor. Araştırmacı "içinde yaşayacağımız ortam, kaşiflerin karşılaştıklarının aynısı: Buz, soğuk ve yalnızlık" diyor.

Ballard'ın bulduğu ve araştır-



dığı ünlü batıklar arasında, ilk yolculuğu sırasında bir buz dağına çarparak Kuzey Atlantik'te batan Titanik transatlantiği de bulunuyor.

Science, 21 Nisan 2000

Kürdan, İnsan Kadar Eski

Kürdanla diş temizlemenin neredeyse insanlık tarihi kadar eski olduğu yolunda kanıtlar birikiyor. Tanzanya'nın Olduvai Vadisi'nde bulunan ve 2.1 ile 1.7 milyon yıl yaşında olduğu sanılan bir dişin, sahibince sivri bir tahta ya da kemik parçasıyla sürekli karıştırıldığı anlaşıldı. Arkansas Üniversitesi antropologlarından Peter Ungar'a göre fosil, bir *Homo habilis* ya da *Homo erectus*'un azı dişi. Üzerinde interproksimal oluk denen küçük bir yarık bulunuyor. Mikroskopik incelemeler, oluğun içinde birbirine paralel ince çizikler olduğunu ortaya koymuş. Kansas Üniversitesi'nden David Frayer, "hiçbir çiğneyiş biçimi bu çizgileri oluşturamayacağından, bunların kürdanla karıştırma sonucu oluştuğu kesin" diyor. Araştırmacılar, çiziklerin kürdan üzerindeki kirde bulunan silisyum parçacıklarının eseri olduğunu düşünüyorlar.

Science, 28 Nisan 2000

Atalarımızın Göç Nedeni

İlk kez Afrika'da ortaya çıktıklarını inanan atalarımızın, buradan dünyaya yayılmalarının nedeninin, teknolojilerinden çok bedenlerindeki gelişmeden kaynaklandığı öne sürüldü. Savı ortaya atan antropologların dayandıkları kanıt, Gürcistan'da ilkel el aletlerinin yanbaşıda buldukları iki kafatası. Fosiller, 1.7 milyon yıl önce bugünkü Dmanisi kenti yakınlarında yaşamış olan yeni bir tür hominide ait.

Günümüz insanlarının soy ağacının en gerisinde, *Homo habilis* olarak tanımlanan ve Afrika'da yaşamış hominid geliyor. *H. habilis*, kalıntılarının bulunduğu yerin adıyla Oldowan Araç Takımı diye tanınan kaya parçalarından yontulu sivri aletler geliştirmiş. Türün bireylerinin beden boyutları, modern insanınkilerin yalnızca 2/3'ü kadar. Beyinleriye daha da küçük.

Göç, evrimdeki bir sonraki basamakla başlıyor. Bu dönemle ilgili olarak Afrika'da bulunan fosillere *Homo ergaster* deniyor. Bunlardan Asya'ya ulaşabilenlerse *Homo erectus* diye tanımlanıyor. Bu ikisi arasındaki farklar



tartışmalı da olsa, Acheulean Aletleri olarak tanınan daha özenle yontulmuş çakmak taşından balta ve diğer araç gerecin 1.9 milyon yıl önce Afrika'da *H. ergaster* tarafından geliştirildiği sanılıyor. Antropologlar, Gürcistan'da kafataslarıyla birlikte bulunan araçların, Asya'daki *H. Erectus* aletlerinden çok, *H. ergaster* teknolojisine yakın olduğu görüşündeler. Ancak araçların incelenmesi, göçün *H. ergaster*'in etkili aletler geliştirmesinden önce başladığını düşündürüyor. İlkel taş aletler, göçün teknolojik bir yenilenmeden değil, biyolojik ve ekolojik parametrelerden kaynaklandığını ortaya koyuyor. Florida

Üniversitesi arkeologlarından Susan Anton, bedensel olarak daha büyük türlerin daha geniş av ve yaşam alanlarına gerek duyduklarını vurguluyor. Michigan Üniversitesi'nden Milford Wolpoff da bu ilk göçmenlerin daha iri yapıları ve daha üstün anatomilerinin, öteki hominidlere göre daha kolay gezinebilmelerini sağladığı görüşünde.

New Scientist, 20 Mayıs 2000

2000'in Altın Çocukları

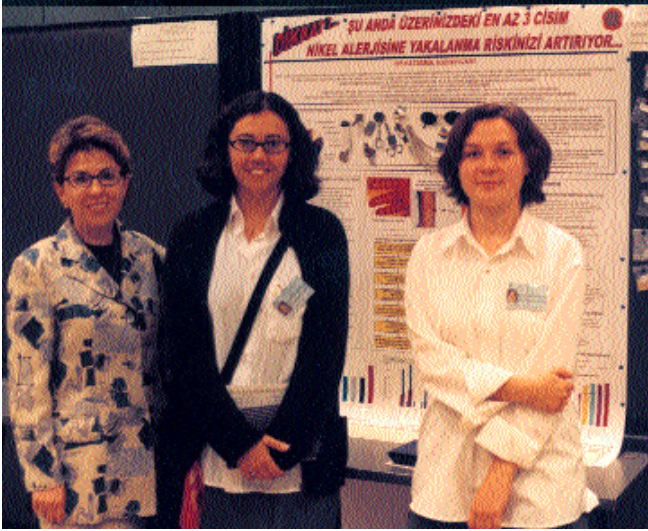


Bilime ve bilimsel araştırmalara daha çok ilgi göstermesi gerektiği konusunda hemen hepimiz aynı düşünceyi paylaşırız. Aslında bu yalnızca bizim değil, tüm dünya insanların bir gerçeğidir. Böyle olunca da dünya ülkeleri arasındaki en hoş yarışmanın bir ölçütü ya da göstergesi olur bilimsel araştırmaların sayısı. Ülkemiz bu yarışta son yıllarda Norveğ, Yunanistan, Meksika, Yeni Zelanda gibi ülkeleri geride bıraktı. Fen bilimleri dalında bilimsel gönderme endeksinde taranan dergilerde adresli yayınların sayısı göz önüne alındığında 1990 yılında, dünya sıralamasında Türkiye'miz 41. sıradadır; oysa 1999 yılında 25. sıraya yükselmiştir. Bilimsel çalışmalarındaki bu gözle görülür atılımın nedenlerinden biri de TÜBİTAK'ın kurulduğu günden bu yana gençleri dikkate almasından kaynaklanıyor. Örneğin TÜBİTAK 1969'dan beri düzenli olarak lise öğrencileri arası araştırma projelerine yönelik yarışmalar düzenliyor. 15-16 yaşındaki gençler, projeler üretip bunları ülkenin bilim kalbi olan TÜBİTAK'a gönderiyor, birbirleriyle tatlı bir yarışa giriyorlar. Tıpkı ülkemizin diğer dünya ülkeleriyle girdiği bilimsel yarışta olduğu gibi. Bu heyecanı küçük yaşta tadan gençler daha sonraki yıllarda da bilimden ve bilimsel araştırmalardan kopmak istemiyorlar. Öyle ki TÜBİTAK'ın değerlendirdiği, bir değer olarak gördüğü bir genç geleceğin bilim adamı adayı oluyor.

ULKEMİZDE, genç kuşak arasında en önemli bilimsel içerikli yarışmalardan biri kuşkusuz TÜBİTAK'ın düzenlemekte olduğu Lise Öğrencileri Arası Araştırma Projeleri Yarışması'dır. Bu yarışma 2000 yılında da, 31. kez, liseli bilim tut-

kunu gençleri biraraya getirdi. Ön elemeleri de başarıyla tamamlayan 92 gencimiz, 51 araştırma projesiyle, bilgisayar, biyoloji, fizik, kimya ve matematik alanlarında, ter döktüler, emek verdiler, öğrendiler ve öğrendiklerini topluma sundular. Bu heyecan dolu yarışın ev sahipliğini yapan TÜBİTAK-Bilim

Adamı Yetiştirme Grubu (BAYG), orta-öğretime devam etmekte olan öğrencileri temel bilimlerde çalışmalar yapmaya özendirmek, çalışmalarını yönlendirmek ve bu alanlarda onlara özel eğitim olanakları sağlayarak gençlerin gelişmelerine katkıda bulunmayı amaçlıyor. Lise Öğrencileri Arası Araştırma



Ödül kazanan projelerden biri (solda). Derece alan proje sahiplerine ödülleri TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak tarafından verildi (sağda).

Projeleri yarışmasını da bu amaçla düzenliyor.

Bu yarışmalar, Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde yaşayan tüm liseli gençlere açık. Yarışmalar diyoruz; çünkü bilgisayar, biyoloji, fizik, kimya ve matematik olmak üzere tam beş dalda, gençler proje hazırlayabiliyorlar. Ancak her öğrenci ya tek başına ya da bir arkadaşıyla birlikte, yarışmaya yalnızca bir projeye katılabiliyor.

Gençler projelerini hazırlarken, öğrenim gördükleri lisenin müdürlüğüne gönderilen Proje Rehberi kitapçığından yararlanarak, yarışmaya nasıl başvurabileceklerini, araştırmaları sırasında nelere dikkat edeceklerini öğrenebiliyorlar. İsteyen öğrenci bu rehberi TÜBİTAK'tan da elde edebilir.

Yarışmaya katılan gençler, 31 yıldır katılmış olanlar gibi, TÜBİTAK'la acaba nasıl tanıştılar? Bu soruyu öğrencilerin kendisinden öğrenelim. Örneğin bu yıl Bilgisayar dalında projesi sergilenen ve teşvik ödülü alan İzmir Fen Lisesi öğrencisi Seçil Aracı ve çalışma arkada-

şı Aylin Tokuş TÜBİTAK'la ne zaman ve nasıl tanıştıklarını şöyle ifade ediyorlar: "TÜBİTAK'ı ortaokulda da tanıyordum. Ama asıl bilgiyi lisede öğrendim. Okulumuzda üst sınıflar projelerini tanıtıyorlardı. Ben de böyle bir çalışma yapmak istedim ve yaptım." "Ablamı küçük yaşından beri Bilim ve Teknik okurken görürdüm. Ben de okumaya başladım. Böylelikle TÜBİTAK'ı da tanımış oldum."

Onlar gibi projeleri sergilenen daha pek çok öğrenci de Bilim ve Teknik dergisinin ya da BAYG'ın kendilerine TÜBİTAK'la tanışma yolunu gösterdiğini vurguladılar. Bilgisayar dalında projesi sergilenen ve yarışmada ikincilikle ödüllendirilen İzmir Özel Yamanlar Fen Lisesi öğrencisi Ercan Uçan, TÜBİTAK'la 1999 yılında girdiği Bilgisayar Olimpiyatları'nın birinci aşama sınavında tanışmış. Fizik dalından projesi sergilenen ve ikincilik ödülünü alan Ankara Fen Lisesi öğrencisi Eyüp Güler'se TÜBİTAK'ı, ortaokul yıllarında, kendisi araştırarak tanımış. Çünkü bili-

me gerçek anlamda o yaşlarda ilgi duymaya başladım diyor Eyüp. Bu ilgi Eyüp'ü bilimin kalbinin attığı kurumu öncelikle araştırmaya yöneltmiş.

TÜBİTAK'la genelde bu iki kanal aracılığıyla tanışan gençler doğal olarak Bilim ve Teknik okumayı sürdürüyorlar. Bunun yanı sıra Bilim Adamı Yetiştirme Grubu'nun etkinliklerine de katılmak istiyorlar. Ülkemizin 134 orta-öğrenim okulundan TÜBİTAK Bilim Adamı Yetiştirme Grubu'na yarışmalar için projeler gönderiliyor. Tam 410 proje başvurusu oluyor. Projelerin çoğunluğu fizik dalından. Tam 131 proje fizikle ilgili. Fizik'in ardından 111 biyoloji, 85 kimya, 52 matematik ve 31 bilgisayar dalında proje birbiriyle yarışıyor.

Projeler, ODTÜ, Hacettepe Üniversitesi, Gazi Üniversitesi ve Bilkent Üniversitesi'nden, alanlarında önemli çalışmalar yapmış öğretim üyelerinden oluşturulan jürilerce değerlendirilir. İlk ön değerlendirmeden sonra, başarılı bulunan 51 proje, 22-26 Mayıs tarihleri arasında TÜBİTAK'ta sergilendi.

Sergilenen projelerin tamamında var olan ortak özellikler şunlar: Her bir araştırmada kullanılan deney seti eksiksiz olarak stantta yer aldı. Projelerde, seçilen konu ya da probleme yaklaşım açısından özgünlük, yaratıcılık, düşünce ve uygulamada bilimsellik, uygulanabilirlik ve ekonomik bir yarar gözetildi. Gençler, kullandıkları temel bilgileri özümsemiş olduklarını gösterdiler ve elde ettikleri sonuçları açık ve anlaşılır bir biçimde sundular. Hazırlanan projeler, tümüyle öğrencilerin kendi özgün düşüncelerinden kaynaklanıp; kendileri tarafından

Çevre ve Sağlık Ödülleri

Alpertunga Dağcan Ankara Fen Lisesi öğrencilerinden. Proje Yarışması'na "Alkilfenol Türevlerinden Nonil Fenolün Gökkuşluğu Alabalıklarındaki Biyo-Akümülyasyonunun Belirlenmesi" başlıklı projeye katıldı ve yarışmanın Çevre Ödülü'ne değer bulundu. Alpertunga, TÜBİTAK'la henüz 12 yaşındayken tanışmış ve bu yarışmaya da kendisi girmeye karar vermiş. Proje konusunu nasıl seçtiğini şöyle anlatıyor: "Çevre kirliliği gitgide sanayileşen dünyamızda artık

kaçınılmaz bir global sorun haline gelmiştir. Fakat ülkemizde bu konuya gösterilen ilgi yeterli değil. Bu bilincin gelişmesinde benim ufak bir katkımlar olsun istedim ve ekolojik dengeyi bozan faktörler üzerinde çalışmaya karar verdim."

Burcu Öven ve Ahmet Sezer İzmir Fen Lisesi öğrencilerinden. Yarışmaya, "Türkiye'de Doğal yayılış Gösteren Bazı Salvia Türlerinin Uçucu Yağ Analizleri ve Bu Uçucu Yağların Antimikrobiyal Etkilerinin Denenmesi" başlıklı projeye katıldılar. Bu çalışmalarıyla yarışmanın Sağlık Ödülünü aldılar.



TÜBİTAK 1999 - 2000 Yılı Lise Öğrencileri Arası Araştırma Projeleri Yarışması'nda Derece Alan Öğrenciler			
Öğrenci	Okulu	Projenin Adı	Derece
Bilgisayar			
Can Ölçek	Ankara Anadolu Lisesi	Bilgisayar Ortamında Girilen Bir Fonksiyonun Sembolik Olarak Türevinin Alınması	İkincilik
Alp Bassa			
A.Aylin Tokuç	Izmir Fen Lisesi	Bazı Harfleri Verilen Bir Kelimenin Tümine Ulaşmak İçin Etkin Bir Yöntem Geliştirilmesi Ve Visual C++'da Uygun Bir Arayüzün Yazılması	Teşvik
Seçil Aracı			
Osman Olgun	Izmir Maltepe Askeri Lisesi	Matematiksel Fonksiyonların Grafik Ortamında İsteğe Bağlı Olarak Çizdirilmesi, Türev Ve İntegralinin Alınması	Üçüncülük
Ercan Uçan	Izmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Cos= Constructing 3d Models Via Stereo Images (Stereo Görüntülerden Üç Boyutlu Model Elde Etme)	İkincilik
Yusuf Aytar			
Yaşar Tütük	Izmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Parmak İzi Tanıma Ve Eşleştirme Sistemi	Birincilik
Şemsi Cihan Yücel			
Mustafa Yüceyazıcı	Izmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Path Finder	Üçüncülük
T. Yasin Kılıçdere			
Biyoloji			
Alpertunga Dağcan	Ankara Fen Lisesi	Alkifenol Türevlerinden Nonifenolün Zamana Ve Doza Bağlı Olarak Göğküşağı Alabalklarındaki (Oncorhynchus Mykiss) Biyoakümülyasyonunun Belirlenmesi	Çevre ve Birincilik
Yasin Taşdelen	Aydın Fen Lisesi	Nicotino Tobacco'nun Yanmasıyla Açığa Çıkan Ve Yapısında Bulunan Nikotin Ve Diğer Zararlı Maddelerin Sitrak Asit İle Absorbe Edilmesi	Birincilik
Serhat Gümrükcü			
Aşlı Nehir	Istanbul Özel Darüşşafaka Lis.	Gamma Işınlaşması (Co-60) Maruz Kalmış Sıçanlarda Melatonin'in Koruyucu Etkilerinin Araştırılması	Üçüncülük
Müge Korkmaz			
Burcu Öven	Izmir Fen Lisesi	Türkiye'de Doğal Yayılış Gösteren Bazı Salvia (Adaçayı) Türlerinin Uçucu Yağ Analizleri Ve Bu Uçucu Yağların Antimikrobiyal Etkilerinin Denenmesi	Sağlık ve Üçüncülük
Ahmet Sezer			
Hüseyin Geçrek	Izmir Fen Lisesi	Elmalarda Penicillium expansum Çürüklüklerine Karşı Biyolojik Savaşın Olanakları	İkincilik
Enre Devrim			
D.Mehmet Bahar	Izmir Özel Türk Fen Lisesi	"Sıkık Yapıdaki Antibiyotik Dışı Bazı İlaçların, Proteus Cinsi Bakterilerin Üreme Özellikleri, "Swarming" ve "Swarm" Hücrelerine Farklılaşması Üzerine Etkileri"	Teşvik
Fizik			
Emir Efe Dengiz	Ankara Anadolu Lisesi	Algol Örtün Değişen Çift Yıldızının Minimum Zaman Gözlemi ve Akresyon Diski Miktarının Hesaplanması	Üçüncülük
Eyüp Güler	Ankara Fen Lisesi	Yaniletkenlerin Yüksek Sıcaklıklardaki Termoelektrik Özellikleri	İkincilik
Abdülmedid Atıcı	Ankara Polis Koleji	Kızıl Ötesi Görüntü Çevirici Vastasiyla Malzemenin Kalite Kontrolü İçin Elde Edilen Görüntülerin Üç Boyutlu Gösterimi	Teşvik
Ender Küçükca			
Ferit Çakıcı	Istanbul Kuleli Askeri Lis.	Lüksmetre Yapımı, Günlük Hayatta Kullanım Alanlarının Belirlenmesi ve Uygulamaları	Üçüncülük
Enrah Demir			
Selçuk Özşındırlı	Istanbul Özel Darüşşafaka Lis.	Opto-Güdümlü Motor	Teşvik
Doğan M.Aygun			
Hasan Bilgin	Izmir Maltepe Askeri Lisesi	Odak Uzaklığı Ayarlanabilir Sıvı Çukur Ayna Yapımı	İkincilik
Çağatay Turhan			
Ayfer Şahin	Şanlıurfa Anadolu Lisesi	"Crap Ve Vela Süperovaların X-Işınları, Gama Işınları, Radyo Dalgaları ve 12 İle 25 Micronluk Grafik Analizleri: Nötron Yıldızlarının Periyodu, Sıcaklığı, Üç Ayn Frekansta Radyo Enerjisi Ve Periyot Türevi Parametresine Bağlı Grafik Analizi Çizimi Ve Değer"	Teşvik
Banu Birlik			
Kimya			
Pelin Atilla	Adana Özel Adana Fen Lis.	Yıkınmamış Ve Elenmemiş Deniz Kumu Kullanımının Yapı Betonunda Üzerinde Oluşturduğu Olumsuz Etkilerin İncelenmesi	Teşvik
Soner Kurt			
S.Eray Yıldız	Bursa Işıklar Askeri Lisesi	Bursa Ve Yöresi Kaplıca Sularının Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerine 17 Ağustos 1999 Depreminin Etkilerinin İncelenmesi	İkincilik
Murat Artan			
Halime Fışkındal	Bursa Özel Rafet Kahraman Lis.	Tekstil Atık Sularındaki Boyar Maddelerin Alunit-ZnO Karşımı İle Adsorpsiyonu	Üçüncülük
Zeynep Demir			
Esin Özlek	Istanbul Kabataş Erkek Lis.	Dikkat!!! Şu Anda Üzerinizdeki En Az 3 Cisim Nikel Allerjisine Yakalanma Riskinizi Artırıyor	Üçüncülük
Aylin Esen			
Raziye Saykılı	Istanbul Özel Darüşşafaka Lis.	"Borit Asit Fabrikası Alçığı Atığının Kullanarak Yeni Bir Yapı Malzemesi Olan "Alker" Üretimi"	Üçüncülük
Orhan Orhan			
İbrahim Karaman	Izmir Fen Lisesi	Çine-Akmaden Feldspat Flotasyon Tesisi Artıklarından Titan Minerallerinin Kazanım Yöntemlerinin Araştırılması	Birincilik
Tevfik Güçlü Sağnak			
Orhan Torul	Trabzon Yomra Fen Lisesi	Çay Ve Çay Atıklarında Kafein Tayini Ve Atıklardan Kafein Ekstraksiyonu	Teşvik
Avni Mustafa Önder			
Matematik			
Mehmet Ercan Yıldız	Ankara Fen Lisesi	Des Şifre Sistemleri Baz Alarak Bir Kripto Sistem Oluşturulması	İkincilik
M. Buğra Eroğlu			
Ahmet Çetintaş	Ank. Özel Samanyolu Fen Lis.	Karakter Toplamları	Birincilik
Zühal Işık	Istanbul Özel Mef Okulları	Polinomların Çarpımlara Ayrımada Etkili Bir Algoritma	Teşvik
Ferhan Ercengiz			
Başar Uğur	Izmir Fen Lisesi	Bir Çeşit Doğrusal İndirgemeli Dizinin Sınırlılığı Ve Periyodikliği	İkincilik
İhsan Varol	Izmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Hamilton Çevre Sayısını Bulan Algoritma Ve Fonksiyonu	Teşvik
Mehmet Nuri Tike			

biçimlendirilmiş, öğretmenlerine danışılarak hazırlanmış, ama kendi bilgi ve becerileriyle tamamlanmış projelerdi. Yaşlarını göz önüne aldığımızda ortaya koydukları bu umutlandırıcı çalışmalara “olağanüstü” demenin hiç de sakıncası yok. Peki bu olağanüstü çalışmaları yapmak için nasıl karar verildi? Proje yarışmasına katılma kararını genç araştırmacılar nasıl aldılar?

Gençler bu kararı ilk önce kendi içlerinde çiçeklendirirler. Bu çiçeklenmeyse, kendilerinden büyük ablalarının, abilerinin daha önce açmış olduğu bir proje sergisinde başlar çoğu kez. Örneğin projesi fizik dalında sergilenmeye değer bulunan ve yarışmada üçüncü

olan İstanbul Kuleli Askeri Lisesi öğrencilerinden Ferit Çakıcı bu olguyu şöyle yaşamış: "1995 yılında Çankırı Astsubay Hazırlama Okulu'nda bir panoda, TÜBİTAK'ın yarışmasında ikincilik derecesi almış bir kişi ve projesi tanıtılıyordu. O, benim için ulaşılmaz bir kişi gibi göründü. Yıllar sonra Kuleli Askeri Lisesi'nde de bu konuda çalışan arkadaşlarımla görüşerek ben de proje çalışmalarına başladım."

Proje konusunun seçimiye genelde gencin ilgi alanına yönelmek istemesiyle belirginleşmekte. Bir de toplumsal çıkarlara olan duyarlılıkla ilintili olarak konu ortaya çıkmakta. Örneğin, projesi kimya dalında sergilenmeye de-

ğer bulunan ve teşvik alan Adana Özel Fen Lisesi öğrencilerinden Soner Kurt, proje konusunu seçerken geçtiğimiz yıl binlerce insanımızın ölümüne neden olan doğal afeti, depremi göz önüne alma gereğini duymuş. Soner şöyle diyor: "Deprem sonrasında binaların yıkılmasının önüne geçilebilmesi için kullanılan yapı malzemesinin ıslah edilmesi gerektiğini vurgulamak amacıyla böyle bir proje konusunu seçtim. Amacım, Marmara depreminden ders alıp, bundan sonraki inşaatlarda kaliteli inşaat malzemesinin kullanılmasını sağlamak. Zaten ilerideki amacım da insanımızın yaşam standartlarını yükseltmek, ülkem ve milletim için elimden geleni yapmak olacak."

Çiçeklenen araştırma tutkusu, çağdaş uygarlığa giden yolun bilimden, teknikten, sanattan ve kültürden geçtiğine inanan Milli Eğitim Bakanlığı'nın, öğretmenlerin, ailelerin ve arkadaşların desteğiyle boyutlanıp gelişmeye başladı ve TÜBİTAK'la istenen sona ulaştı gençler.

Jürileri önünde sergiledikleri projelerini anlattılar. Bu sunuş 15 dakikayı geçmedi; ama bu 15 dakikada genç, projesinin amacını, kullandığı yöntemleri ve sonuçlarını bir bilim adamı edasıyla anlattı.

Sonuçta birbirinden anlamlı bu projeler derecelendirildi. TÜBİTAK, derece alan öğrencilere, danışman öğretmenlerine ve liselerine törenle başarı belgeleri ve para ödülleri verdi. Bir de dereceye giren gençlerin bu başarıları, üniversite seçme sınavındaki başarı puanlarına yansıtacak.

Bilimin tek yol gösterici olduğu ilkesini yaşamı boyunca benimsemiş ve olayları değerlendirirken daima bardağın dolu tarafına baktığını söyleyen TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak, gençlerin Proje Yarışmalarına gösterdiği bu ilgi karşısında onlara şu sözü verdi: "Gençlerin böyle bir bilimsel ortam içinde yarışarak kendi özgüvenlerini geliştirmelerine olanak sağlamaya yönelik çabalarımızı sizlerin inancı, katkısı ve desteğiyle bundan böyle de sürdüreceğiz. Tüm öğrencilerimize, onlara yol gösteren öğretmenlerine ve destek veren ailelerine teşekkür ediyor ve öğrencilerimizin bilim yolculuklarının yaşamları boyunca sürmesini diliyorum."

Gülgün Akbaba



Sondördünde Gezinti

Ay'daki gezintimizin ilk ve ikinci bölümlerinde, onun hilalden ilk dördün evresine kadar olan evrelerinde görebileceğimiz belirgin yüzey şekillerini tanımiştık. Ay'daki bu üçüncü ve son gezintimizde sondördün evresinde Ay'da gözleyebileceğimiz belirgin yüzey şekillerini inceleyeceğiz.

Denizler

Mare Cognitum (Bilgi Denizi): Copernicus kraterinin güneyinde yer alan bu düzlük yaklaşık 320 km uzunluğunda ve 190 km genişliğinde. Onu Fırtınalar Denizi'yle ayıran, Rhiphaeus Dağları'dır.

Mare Humorum (Nem Denizi): Fırtınalar Denizi'nin Güneyinde yer alan bu deniz, neredeyse daire biçiminde, karanlık bir düzlüktür. Çapı yaklaşık 400 km kadardır. Bu denizin, Ay'daki düzlüklerin en eskisi olduğu düşünülüyor.

Mare Imbrium (Yağmurlar Denizi): Ay yüzeyindeki en geniş düzlüklerden biri olan bu deniz, 1075 km'ye 1200 km boyutlarında. Genişliğine karşın, bu düzlüğe inen tek uzay aracı Luna 17 olmuş. Yağmurlar Denizi'nin kenarlarında, Archimedes ve Eratosthenes gibi belirgin kraterler ve dürübünler için güzel birer hedef olan pek çok başka yüzey şekli yer alıyor.

Mare Nubium (Bulutlar Denizi): Bu düzlük, adını karanlık yüzeyinden almış. Bulutlar Denizi'nin çevresinde de ilginç pek çok krater bulunuyor.

Oceanus Procellarum (Fırtınalar Okyanusu): Ay yüzeyindeki en büyük düzlüktür. Bu düzlüğün kenarları, Aristarchus, Kepler ve Copernicus gibi büyük kraterlerle belirlenmiştir.

Kraterler

Alphonsus: Ay'ın bize bakan yüzünün ortasından güneyine doğru dizili beş büyük kraterden biri olan bu krater, yaklaşık 110 km çapındadır. Bu krater, 1950 yılında fotoğraflanan, üzerinde oluşan bir karbon bulutuyla ünlü. Bu, Ay'ın sanıldan daha aktif bir gökcesi olduğunu göstermişti.

dır. Çevresindeki ışınlarla fırtınalar Okyanusu'nda dikkati çeker.

Aristillus: Yağmurlar Denizi'nde, Alpler'in güneydoğusunda yer alır. Güneş, bu kraterin üzerinde yükseldiğinde, çevresindeki ışınlar sayesinde kraterin görülmesi kolaylaşır.

Bullialdus: Bulutlar Denizi'nde yer alan bu krater küçük ancak belirgindir. Yaklaşık 50 km çapındadır ve Bulutlar Denizi'nin koyu tonlu yüzeyinde belirgindir. Kraterin merkezindeki tepe de belirgin olarak görülebilir.

Byrgius: Burada değindiğimiz en küçük krater. Çapı yaklaşık 17 km. Ancak, bu krater çevresindeki belirgin ışınlarla öteki küçük kraterlerden ayrılır. Eğer ışınları da hesaba katarsak, bu yüzey şeklinin çapı 420 km'yi bulur. Kraterin çevresindeki ışınları gözlemek için en iyi dönem dolunaydan sondördün evresine kadar olan evrelerdir.

Clavius: Ay'ın Dünya'ya bakan yüzündeki ikinci büyük krater. Bu sayede, en kolay seçilen kraterlerden biridir. Çapı yaklaşık 230 km olan bu krater, en iyi, her iki dördün evrelerinden bir-iki gün sonra gözlenebiliyor.

Copernicus: Yaklaşık 100 km çaplı bu krater, en belirgin kraterlerden biridir. Yağmurlar Denizi'yle, Fırtınalar Okyanusu'nun arasında yer alan Copernicus da belirgin ışınlarla sahip.

Bu kraterin ışınları, bulunduğu yerin koyu tonlu olması nedeniyle çok belirgin. Kraterin merkezindeki tepe, küçük dürbünlerle bile seçilebilecek kadar belirgin. Bu krater çıplak gözle görülebilir.

Eratosthenes: Copernicus krateriyle Apennine Dağları'nın arasında



Archimedes: Yağmurlar Denizi'nin doğusunda yer alır ve yaklaşık 80 km çapındadır. Duvarlarının bir bölümü, Ay'ın volkanik bakımdan etkin olduğu dönemde lavlar altında kalmıştır.

Aristarchus: Dürbünle gözlenebilen en küçük kraterlerden biridir. Buna karşılık görülmesi oldukça kolay-

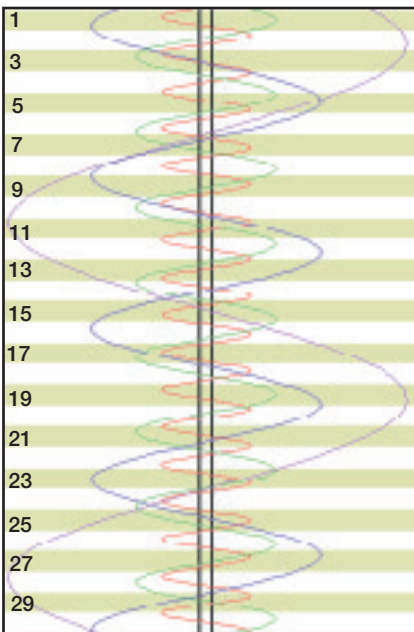
yer alan bu krater, yüksek duvarlarıyla dikkat çeken bir yüzey şekli.

Gassendi: Nem Denizi'nin kuzeyinde yer alan, büyük ancak sığ bir krater. Kraterin merkezindeki tepe, ortalama (10x) bir dürbünle görülebilir.

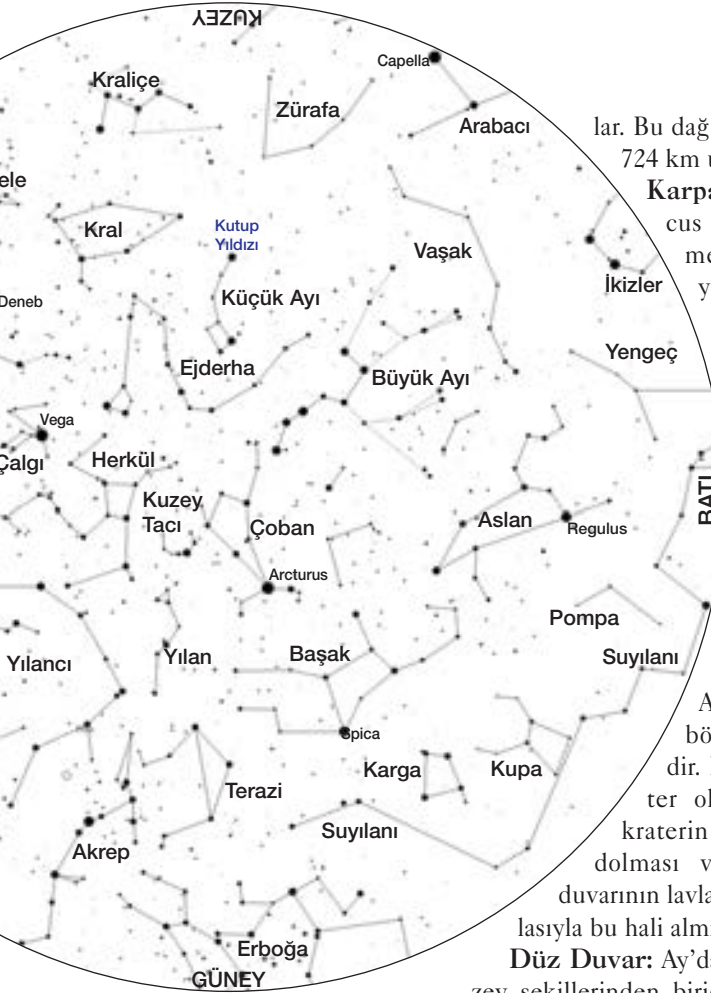
Grimaldi: Bize bakan yüzün batı kenarında yer alan bu krater, daire biçiminde olmasına karşın, ona kenardan baktığımız için elips biçiminde görünür. Bu kraterin çapı yaklaşık 230 km'dir.

Kepler: Sadece 32 km çapında olmasına karşılık, en belirgin kraterlerden biridir. Fırtınalar Okyanusu'nun ortalarında yer alır ve parlak ışınları sayesinde belirgindir. Copernicus gibi, bu krater de çıplak gözle seçilebilir.

Longomontanus ve Maginus: Clavius ve Tycho'yla birlikte bu ikili, bir dörtlü oluşturuyorlar. Bu iki belirgin krater, Ay yüzeyindeki en büyük kraterlerden.



Haziran ayında Jüpiter'in dört büyük uydusunun Jüpiter'e göre konumları.



15 Haziran 2000 Saat 22⁰⁰'de gökyüzünün genel görünüşü

Plato: Ay'ın bize dönük yüzündeki en koyu tonlu tabanlı krater. Plato, bu haliyle komşuları Nem Denizi ve Soğuk Deniz'den daha karanlık. Ayrıca, Ay'daki en belirgin yüzey şekillerinden birisi.

Ptolemy: Belirgin kraterlerden biri. Bu krater, bu sıralarda güneş ışınları eğik geldiğinden, en iyi ilk gördün ve sondördün evrelerinde gözlenebiliyor.

Pythagoras: Yaklaşık 140 km çaplı bu krater, kuzeydeki en belirgin kraterlerden biri.

Tycho: Pek de büyük bir krater olmasına karşılık, ilkdördün ve sondördün evreleri arasındaki evrelerde Ay'daki en belirgin kraterlerden biri. Bunda, kuşkusuz yeni bir krater oluşunun da payı var.

Öteki Yüzey Şekilleri

Alpler: Adından da anlaşılacağı gibi, Dünya'daki benzerleri gibi, oldukça etkileyici dağ sistemidir. Yaklaşık 570 km uzanan bu dağ sisteminin en yüksek tepesi yaklaşık 4700 m.

Apennine Dağları: Yağmurlar Denizi'nin güneydoğu sınırını oluşturur-

lar. Bu dağ sistemi yaklaşık 724 km uzunluğundadır.

Karpatlar: Copernicus kraterinin hemen kuzeyinde yer alması sayesinde kolayca bulunabilirler. Bu dağ sisteminin uzunluğu yaklaşık 320 km uzunluğundadır.

Sinüs Düz-lüğü: gökkuşakları Körfezi olarak da bilinen bu düzlük, Ay'daki en ünlü bölgelerden biridir. Eskiden bir krater olan bu düzlük, kraterin içinin lavlarla dolması ve güneyindeki duvarının lavların altında kam-lasıyla bu hali almış.

Düz Duvar: Ay'daki en ilginç yüzey şekillerinden biridir. Bu 120 km uzunluktaki duvar, yüzeyden 40° açıyla yükselir ve yüksekliği yaklaşık 400 metredir. Duvarın kendisini görmek biraz zordur; ancak, 8 günlük Ay'da, bu duvarın gölgesi görülebilir. Daha sonra, bundan yaklaşık iki hafta sonra güneş ışınları duvarı aydınlatır. Bu sefer de onu parlak beyaz bir çizgi olarak görmek olası.

Ayın Gök Olayları

5 Mayıs'ta gerçekleşen ve Dünya'nın da içinde yer aldığı dizilme nedeniyle gezegenler gözden uzak kalmıştı. Venüs ve Mars, hâlâ Güneş'in parlak ışığında kayıp. Merkür, ayın ortasına kadar gözlem için oldukça iyi durumda. Ayın başlarından itibaren gezegen, batı-kuzeybatı ufku üzerinde, Güneş battıktan sonra gözlenebilir. Jüpiter ve Satürn, birlikte hareket ediyorlar. Her iki gezegen de ayın başlarından itibaren sabah gökyüzünde gözlenebilecek. İkisi de artık Güneş'in parlak ışığından uzaklaşıyor. Uydumuz Ay, 2 Haziran'da yeniay, 9 Haziran'da ilkdördün, 16 Haziran'da dolunay, 25 Haziran'da sondördün evrelerinden geçecek.

Alp Akoğlu



Zamanın Oku

“Geçmiş, şimdi ve gelecek birer yanılsamadır; ancak vazgeçilmezdir.” Bu sözler, ünlü bilim adamı Einstein’a ait. Gerçekten de, zaman, bizim için vazgeçilemez bir olgudur. Zaman, sanki bizi doğumdan ölüme taşıyan, içinde yüzdüğümüz, akıp giden bir ırmak gibidir. Pek çoğumuz için, yaşamın karşı konulmaz bir parçasıdır. Ancak, Einstein’ın görelilik kuramını ortaya atmasıyla ve kuantum mekaniğindeki gelişmelerle birlikte, zamana bakış açımız da değişti. Şimdi, zamanın yönünün değişip değişmeyeceği, hatta onun gerçekten var olup olmadığı tartışılıyor.

DUYULARIMIZ, içinde yaşadığımız evrenin üç boyutlu olduğunu söylüyor bize. Çünkü, çevremizdeki tüm cisimleri üç boyutlu görüyoruz. Ancak, özellikle kuramsal fizikteki gelişmeler, içinde yaşadığımız evrenin üç boyutla sınırlı olmadığını gösteriyor. 20. yüzyılın başlarında, Einstein’ın ortaya attığı genel görelilik kuramından sonra, matematikçiler kendilerini beş boyutlu bir evrende buldular. 1984 yılında, süpersicim

kuramı ortaya atıldıktan sonra bu boyutlara yenileri eklendi ve sayıları ona çıktı.

Üç boyuttan sonra, dördüncü boyut, yani zaman, ötekiler arasında en farklı duran, bizim için anlaşılması daha kolay olan boyuttur. Zaman boyutunu, bildiğimiz biçimiyle ele alalım önce. Günlük yaşamda, geçmiş, şimdi ve gelecek, tümüyle farklı anlamlar taşır. Geçmiş, geride kalmıştır, asla geri gelmez, değiştirilemez. Geçmişe ait bilgilerimiz, çoğunlukla anılardan, birtakım kayıtlardan kay-

naklanır. Geçmişin gerçek olup olmadığını pek düşünmeyiz. Belki de gerçek olan, yaşadığımız andır. Gelecekse, henüz gerçekleşmemiştir ve açıktır, her şey olabilir. Belki, gelecekte olabilecek bazı olayların yönünü aldığımız kararlarla belirleyebiliriz. Ama, başka etkenler, onun tümüyle farklı bir biçimde gelişmesine yol açabilir. Bunlar, hemen herkesin duyumsadığı şeyler. Ancak, bazı bilim adamları, özellikle de düşünürler, bu yaygın inancın yanlış olabileceğine değiniyorlar. Hatta,

bunlar arasında zamanın olmadığını öne sürenler bile var.

Genellikle, zamana iki ayrı bakış var. Bunlardan birincisi, onu basit bir koordinat olarak ele alıyor. Buna göre olaylar, bir cismin konumunu enlem ve boylamla tanımlar gibi gerçekleştiği anı da zaman koordinatında tanımlıyor. Öteki görüşse, zamanı akıp giden; bir olay gerçekleştiğinde geleceği getiren bir olgu biçiminde algılıyor.

Eğer zamanın koordinat tanımı doğruysa, ortaya, akılları karıştıran pek çok soru işareti çıkıyor. Gerçekte sorun, Einstein'ın özel görelilik kuramıyla birlikte doğdu. Bu kuram, zamanın "kişiye özel", daha doğrusu, gözlemciye göre değiştiğini söylüyordu. Einstein, bir olayın, iki farklı ortamda bulunan gözlemciye göre farklı sürelerde gerçekleştiğini gösterdi. Daha sonra, bu olay, deneylerle de kanıtlandı. Özel görelilik kuramı, zamanın her yerde aynı biçimde akıp gittiği düşüncesinin doğru olmadığını gösterir. Aslında, günlük yaşamda karşılaştığımız olaylar, öylesine yavaş gerçekleşir ki, görelliği yok saymak yanlış olmaz. Çünkü görelilik, ışık hızına yaklaştıkça belirginleşir.

Fizikteki tüm başarılı denklemler, zamana göre simetriktir. Fizik yasaları, genellikle ileriye doğru akan zamanda ne kadar başarılı çalışıyorlarsa, ters yöne akan zamanda da o kadar başarılı çalışırlar. Gelecek ve geçmiş, olaya fizik açısından baktığımızda, tümüyle aynı temel üzerine oturmuş gibi görünür. Newton'un yasaları, fizik ve matematiğin en ünlü denklemlerinden Hamilton'un ve Maxwell'in denklemleri, Einstein'ın genel görelilik kuramı, Dirac'ın ve Schrödinger'in denklemleri, hepsi zamana göre simetriktir. Yani, zamanın okunu geri çevirebilseydik, herhangi bir sorun çıkmaz, hepsi başarıyla çalışırdı.

Eğer zamanın bir koordinat olduğunu kabul edersek, bu koordinatta neden iki yöne birden hareket edemeyelim? Bu zor bir soru. Aynı zamanda, kafa karıştırıcı. Çünkü, gerçek yaşamda, yerden göğe doğru yükselen yağmur damlacıklarına ya da kırık bir camın kendi kendine birleştiğine tanık olmuyoruz. Fizik-

çiler, zamanın yönünü anlatırken, "zamanın oku" deyimini kullanırlar. Bu, havada uçan bir ok değil, onun ne yöne gittiğini gösteren bir ok.

Peki, bu ok neden ters yönü göstermesin? Bu konuda aşmamız gereken bazı sorular var. Termodinamiğin ikinci yasası, yalıtılmış ortamlarda, ısının sıcaktan soğuğa akacağını söyler, öteki yöne değil. Sonuçta, sıcaklığın düzgün dağıldığı, termodinamik denge denen kararlı bir duruma gelir. Termodinamik denge aslında tam bir dağınıklık halidir.

Termodinamiği işin içine katarak, zamanın okunun yönünün neden hep ileri doğru görüldüğüne bakabiliriz. Kapalı bir odada, bir şişe parfümün kapağını açtığımızda, parfüm buharlaşır ve moleküller tüm odaya

bardağı oluşturduğunu; dökülen suyun toparlanıp, bardağı doldurduğunu; sonra da bardağın masadaki yerini aldığını görürdük. Bize her ne kadar garip gelse de bu olay da tümüyle fizik yasalarına uygun. Yine, parfümün odaya dağılması gerçekten tersinmez bir olay mı? Hava-parfüm karışımı içinde moleküller sürekli birbiriyle çarpışır. Bu, yani moleküllerin çarpışması tersinebilir bir olaydır. Filmi tersinden izlersek, bize fazla aykırı gelen bir şey görmeyiz. Bu, en azından molekül bazında, zamanın simet-



dağılır. Parfüm moleküllerinin bir araya gelerek şişede toplanmalarını bekleyemeyiz. Bu olayı, düzenli durumdan düzensizliğe doğru olan bir hareket olarak tanımlayabiliriz.

Bir başka düşünce deneyinde, bir masanın kenarında duran su dolu bir bardağı ele alalım. Bardağı ittierek yere düşmesine yol açarsak, büyük olasılıkla bardak kırılır; cam parçaları ve su her yana saçılır. Bu olayda, fizik yasalarına aykırı gelişen bir şey yok. Olayı tersinden izleme şansımız olsaydı (en azından olayı filme alıp tersine izlemekle bu olabilir) kırık cam parçalarının bir araya gelerek

rik olabileceğinin bir göstergesi.

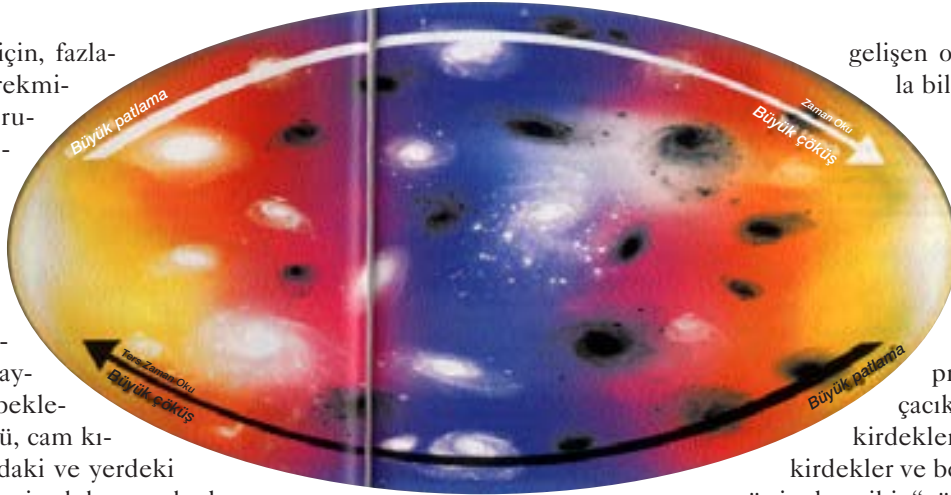
Bardağın masadan yere düşmesi ve onu izleyen olaylar bize garip gelmez. Bu, günlük yaşamda pek çoğumuzun karşılaştığı bir olaydır. Bizi asıl düşündüren, biraz önce tersinden izlediğimiz film gerçek olsaydı, bardağın toparlanıp masaya çıkabilmesi için gereken enerji olabilir. Burada da termodinamiğin birinci yasası aklı geliyor: Acaba enerji korunuyor mu? Bardağın, yere düşerek parçalanması sırasında ortaya çıkan enerji, onun tekrar bir araya gelerek masaya sıçraması için gereken enerjiye denktir. Yani, böyle bir olayı ter-

sine çevirmek için, fazladan enerji gerekmiyor; enerji korunuyor. Bu durumda, bu olayın da zamanda tersinir olabileceği anlaşılabilir.

Günlük yaşamda, böyle olayların olmasını bekleyemeyiz. Çünkü, cam kırıklarındaki, sudaki ve yerdeki atomların hareketi çok karmaşık olacaktır. Herbiri bir tarafa gideceği için tıpatıp aynı yolu tersine izleyerek yeniden buluşmaları, ancak bir mucize eseri gerçekleşebilir. Günlük yaşantımızda gördüklerimiz, bu tür olayları da içerseydi, bu olayları yadırgamayacaktık. Zaman, şimdikininki tersi yönde ilerliyor olurdu.

Şimdi, olaya bir de neden-sonuç ilişkisi yönünden bakalım. Yaşadığımız dünyada, nedenler sonuçlardan önce gelir. Bir başka deyişle, sistemde yaptığımız değişiklik (bardağı yere düşürmemiz gibi), onun daha düzensiz bir duruma (bardağın parçalanması, suyun her yana saçılması gibi) doğru bir gelişim göstermesine yol açar. İşte bu gelişim, yani düzensizden düzensizliğe doğru ilerleme, *entropi* kavramıyla ifade edilir. Genel bir tanımlamayla, entropi açıkça görünen düzensizliğin ölçümüdür. Buna göre, yere düşüp kırılan bir bardak, masada duran bir bardağa göre daha yüksek entropiye sahiptir. Benzer biçimde, şekerli kahvenin entropisi, kahvenin içinde erimemiş şekerden daha yüksektir. Aslında, termodinamiğin ikinci yasası, bir umutsuzluk mesajı verir gibi. Çünkü, ona göre, sistemin düzeni, zorunlu olarak sürekli bozulmaktadır.

Evrenin, büyük patlamayla ortaya çıktığı kuramı, hemen hemen tüm bilim adamlarınca kabul görüyor. Bu kuram ger-



gelişen olayları ayrıntısıyla biliyoruz.

Bu hesaplamaların sonuçlarına göre, evrenin her yanına düzgünce yayılan madde, ışık (fotonlar), elektronlar ve protonlar, alfa parçacıkları (helyum çekirdekleri), başka tür çekirdekler ve belki çok miktarda nötrinolar gibi "görünmez" ve varlıklarını pek az hissettiren parçacıklardan oluşmuştur. Bu maddenin bileşenleri, özellikle de elektron ve protonlar, bir araya gelerek, yıldızları oluşturan gazı (özellikle hidrojeni) büyük patlamadan yaklaşık yüz milyon yıl sonra ürettirler.

Termodinamiğin ikinci yasası bize zamanın okunun yönünün düzensizliğe doğru olduğunu söylese de evrene baktığımızda bunun tersini görüyoruz. Ortada bir çelişki var. Yani, ok, sanki düzensizlikten düzen yönüne doğru. Bu nasıl olabilir? Burada, işin içine bir başka etken giriyor: kütleçekimi. Yukarıda, ikinci yasadaki söz ederken atladığımız önemli bir nokta var. O da bu yasanın işleyebilmesi için sistemin yalıtılmış olmasının gereği. Madde, ısı ve ışımaya, sistemin birer yapıtaşı. Ancak, sistemi yalıtım için kütleçekimi de bu sistemin içine katılmalı.

Parfüm şişesinin kapağını açarak kapalı bir odada yaptığımız deneyde, kütleçekiminin parçacıklar üzerinde ihmal edilebilir bir etkisi vardı. Bu nedenle, laboratuvar ortamında kütleçekimini hesaba katmayabiliriz. (Aslında, yeterince bekleyseydik, parfümü oluşturan moleküllerin zamanla yere çökeceğini görürdük.) Ancak, çok daha büyük sistemleri düşündüğümüzde, örneğin evreni, kütleçekimi kaçınılmaz bir gerçektir. Maddeyi birbirine çe-

çekten doğruysa, zaman da büyük patlamayla ortaya çıkmış olmalı. Büyük patlama, çok yüksek bir enerji biçiminde ortaya çıkmıştı. Bu enerjinin ışımasının kalıntılarını evrende hâlâ mikrodalga ışıması olarak gözleyebiliyoruz.

Büyük patlamayı, bildiğimiz anlamda bir patlama olarak; yani, maddenin bir noktadan, daha önce var olan uzaya fıskırması gibi ele almamız gerekiyor. Çünkü, uzayın kendisi bu patlamayla oluşmuş. Yani, bir merkez noktası yok. Dolayısıyla da, patlama sırasında ortaya çıkan madde, tüm evreni aynı anda doldurdu.

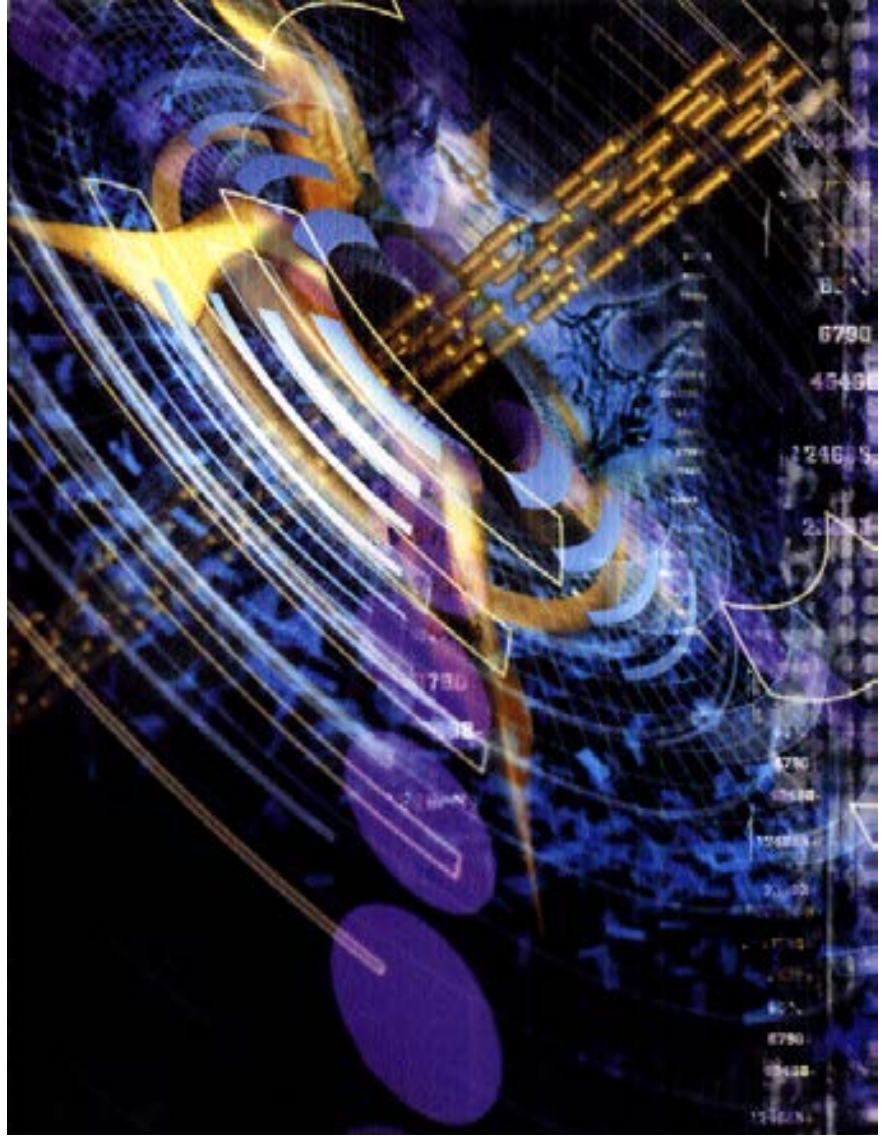
Evren, ilk zamanlarında son derece sıcaktı. Bugün, birtakım hesaplamalar sayesinde, büyük patlamayı izleyen saniyenin on binde birinden yaklaşık üç dakika sonrasına kadar



kerek bir araya getirir ve topaklanmalara yol açar. Bu topaklanmanın en uç noktası kara deliklerdir. Bir kara deliğe termodinamik açıdan baktarsak, onun mutlak bir denge durumunda olduğunu söyleyebiliriz. Yani parfüm şişesinden dağılan moleküllerin tersine, burada kütleçekimi devrede olduğundan, madde biraraya gelerek denge durumuna ulaşır. Bu noktada, laboratuvar ortamının tersine, madde evrende var olduğundan bu yana onu etkisi altında tutan kütleçekimi, sorunlara çare oluyor. Normal bir gaz için, artan entropi, gazın düzgün dağılmasını sağlama eğilimindedir. Kütleçekimi olan (ya da hesaba katılan) cisimlerden oluşan bir sistemde bunun tersi geçerlidir. Madde, kütleçekimiyle bir araya geldikçe, sistemin entropisi yükselir. Olabilecek en yüksek entropiyse, karadeliklerdedir.

Kütleçekimini termodinamikle "evlendirme" ve denklemlere dökme, en iyi fizikçileri bile zorluyor. Ancak, bu olaylara düzen ve düzensizlik yönünden değil de, "bilgi" yönünden baktığımızda, işin içinden çıkmak daha kolay oluyor. Düzensiz bir sistemi anlatabilmek için, ondan az da olsa bilgi alabilmemiz gerekir. Örneğin, bir fanusun içindeki gazın sıcaklığı ve hacmi, onun termodinamik özelliklerini anlatır. Ancak, bu gaz düzgün dağılmamışsa, yani bir takım sıcak ve soğuk bölgelere sahipse, çok daha fazla "anlatılacak şeyi" olur. Dengeye ulaştığındaysa, bu bilgi geri dönülmez biçimde yok olur.

Bir cisim, kara deliğe dönüşürse, dışarıya hemen hemen hiç bilgi sızdırmaz. Kara deliğin kütleçekim kuvveti o kadar fazladır ki, ışık bile ondan kaçamaz. Karadelinin olay ufkunu geçen hiçbir şey ışıktan hızlı hareket edemeyeceği için, onun içinde yutulur. Doğal olarak da karadelik hakkında herhangi bir bilgi de ondan dışarı çıkamaz. Bu, dışarıdaki bir gözlemciye göre, olayların geri dönülemez olduğu anlamına gelir. O halde, olaya geniş bir açıdan bakacak olursak, karadelikler de termodinamiğin yasalarına uyarlar. Aradaki bir fark, kütleçekimi işin içinde olduğunda, denge, dağılarak değil, topaklaşarak sağlanır. Ama, sonuçta, bir denge durumu ortaya çıkar.



Evrenin kütleçekimi sayesinde topaklaşarak denge durumuna doğru ilerlediği ortada. Ancak, bu yine de evrenin nasıl olup da her bakımdan dengeli bir durumdan ortaya çıktığı pek anlaşılmış değil. Oluşturulan evren modellerine göre, şu an genişlemekte olan evren, içerdiği madde miktarına bağlı olarak, ya sonsuza değin genişleyecek, ya da kütle galip gelirse genişlemesi duracak ve yeniden çökmeye başlayacak. Eldeki son verilere göre büyük olasılıkla çökme gerçekleşmeyecek. Yine de, evren bir gün çökmeye başlarsa zamanın okunun yönü ne olacak?

1960'larda, Thomas Gold'un öne sürdüğüne göre, eğer evren çökmeye başlarsa, okun yönü tersine dönecek. Isı, soğuktan ısıya akacak, yağmur damlaları yerden göğe yükselecek, insanlar gençleşecek. Bu, benimsenmesi zor bir durum. Bu durumda, insanlar her şeyi yaşamış olarak doğacaklar, hiçbir şey onlara yabancı gelmeyecek. Çok karışık bir durum söz konusu.

Birkaç yıl önce, California Üniversitesi'nden Murray Gell-Mann'ın

açıklaması daha tatmin edici nitelikte. Gell-Mann, gözlenen evrenin simetrik olmadığını öne sürüyor ve bunu açıklamak için de kuantum kuramından yararlanıyor. Kuantum fizikine göre, evrenin herhangi bir durumu pek çok farklı biçimde evrimleşebilir. Bu olasılıklardan bir bölümüne göre evren düzgün bir biçimde ortaya çıkıp, içindeki madde topaklanabilir; ötekilere göreyse farklı biçimlerde evrimleşebilir. Birkaç olasılığa göre de düzgün bir yapıyla oluşan evrendeki madde topaklanabilir; daha sonra çökmeye başlayarak yeniden düzgün bir yapı kazanabilir. Yani, simetrik bir evren ortaya çıkması da olası. Ancak, bu olasılıklardan sadece birkaçı canlılar tarafından anlaşılabilir. Yaşam, termodinamik dengesizliğe dayanır. Bu nedenle, zaman simetrisi olan bir evreni gözleme şansımız pek fazla değil gibi görünüyor.

Alp Akoğlu

Kaynaklar

Barbour, J., Timeless, New Scientist, 16 Ekim 1999
Davies, P., Time's Arrow, New Scientist, 1 Kasım 1997
Walker, G., Here Comes Hypertime, New Scientist, 1 Kasım 1997
Penrose, R., Çev: Dereli, T., Kralın Yeni Usu III / Us Nerede, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 1997

Evren Düz, Einstein Haklı

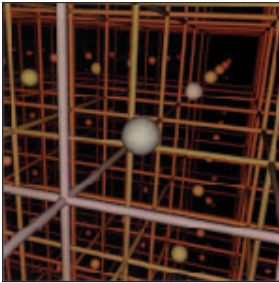
Yeni bulgular, evrenin, şişme kuramının öngördüğü gibi "düz" olduğunu ve Einstein'ın genel görelilik kuramının başta öngördüğü "kozmozik sabit" adlı itici bir boşluk enerjisinin varlığını ortaya koydu. Nisan ve Mayıs içinde iki ayrı araştırma grubunca açıklanan bulgular, evrenin gençlik dönemindeki sıcaklığının günümüzdeki kalıntısı olan kozmik mikrodalga fon ışınının ayrıntılı gözlemlerine dayanıyor.

Büyük patlamadan 300 000 yıl sonra evrenin sıcaklığı yaklaşık 3000 K'ye (yaklaşık 2700°C) düştüğünde eksi elektrik yüklü elektronların, artı yüklü protonlara bağlanmalarıyla hafif elementler olan hidrojen, helyum ve litium atomları oluştu. Evrenin ilk zamanlarında var olan elektron ve fotonlarla, proton ve nötron gibi çekirdek parçacıklarının oluşturduğu sıcak çorba ayrıştı. Artık elektronlar, protonlarca yakalandıklarından eskiden bunlara çarparak saçılan fotonlar serbestçe yol almaya başladılar ve evren şeffaf hale geldi. Evren yaşlanıp genişledikçe (ya-

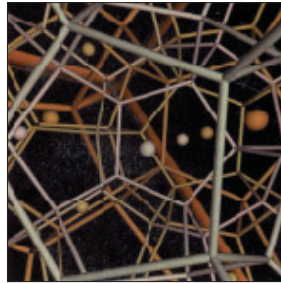
şı 10 – 15 milyar yıl arasında tahmin ediliyor) soğuduğundan, bugün genişleme nedeniyle elektromanyetik tayfın mikrodalga bölgesine kaymış bulunan bu ışının sıcaklığı ortalama 2.7 K (yaklaşık -270°C) olarak ölçülüyor. Televizyon alıcılarımızda "kar" diye bildiğimiz parazitın yüzde birini oluşturan bu fon ışınımı ilk kez 1964 yılında Bell Laboratuvarları'nda çalışan radyogökbilimcileri Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından bir rastlantı sonucu keşfedildi. 1992 yılında Kozmik Fon Kâşifi (COBE) uydusu, mikrodalga fon ışınımı üzerinde çok

küçük (yüz binde 1 ölçeğinde) sıcaklık farkları belirledi. Bu farklılıklar, evren oluşuktan hemen sonra ortaya çıkan çok küçük yoğunluk farklarına işaret ettiğinden, hem büyük patlama kuramını doğruladı, hem de evrenin bugünkü topaklı yapısını açıkladı. Ancak bir yandan evrenin biçimi, dolayısıyla geleceği konusunda tartışmalar sürerken, bir yandan da evreni oluşturan maddenin görünen azlığını açıklamak için rakip kuramlar geliştirilmekteydi. COBE ise gökyüzünün tümünü taradığından ancak çok büyük ölçekli ve düşük çözünürlükte yapılar belirleyebiliyordu. Bu nedenle, kuramların sınanması için gerekli daha küçük yapıların görünmesi mümkün olmuyordu. Bunun üzerine yerden ve balonla yapılan gözlemlerde daha küçük ölçekli yapıların belirlenmesine çalışıldı.

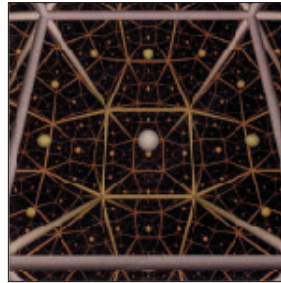
Bunlardan, BOOMERANG ve MAXIMA adlarını taşıyan deneylerden olağanüstü sonuçlar elde edildi. İngiliz bilim dergisi Nature'da 27 Nisan günü açıklanan BOOMERANG sonuçları, Antarktika üzerinde 1998 yılının sonuyla 1999 Ocak ayının başını kapsayan 10 günlük süre için balonla 35 kilometre yüksekliğe çıkarılan bir mikrodalga te-



Düz evren Euclid geometrisine uyar. Kürelerin büyüklükleri, uzaklıklarına ters orantılıdır. (Kaybolan nokta perspektifi.)



Kapalı evren kürenin özelliklerini taşır. Uzaklaştıkça küreler önce küçülür; sonra daha büyük görünmeye başlar. (dodekahedra)



Açık evren, eyer biçimlidir. Açılar daha geniş olduğundan, her kenara dört yerine küpe benzer yapıda beş cisim oturur.

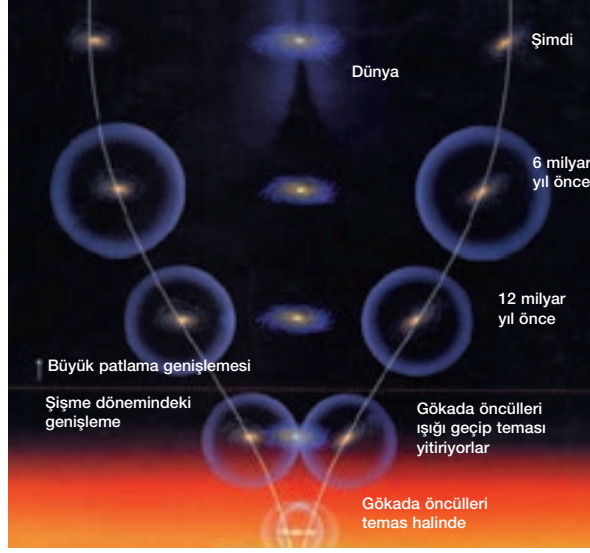
leskopunun derlediği verilere dayanıyor. BOOMERANG deneyinde COBE'ye göre çok daha küçük bir alan (gökyüzünde dolunayın kapladığı alandan biraz daha büyük) gözlenmiş. 35 kat yüksek açılal çözünürlükteki görüntülerde çok küçük sıcaklık farkları olarak ortaya çıkan yüzlerce yapı görülüyor. Bu farklar, 1 derecenin 100 milyonda biri kadar.

BOOMERANG ekibince yapılan açıklamada, bu sıcaklık farklarının ses dalgalarından oluştuğu belirtiliyor. Bu dalgalara yol açan çalkantıların tohumlarının, evrenin başlangıç anlarındaki ortamda var olduğu sanılıyor. Bu çalkantıları, mikrodalga fon ışınımında gözlenen yapılara kadar büyütebilecek tek mekanizmayla, araştırmacılara göre ancak kuramlarda şişme diye adlandırılan ve büyük patlamadan sonraki ilk saniyenin çok küçük kesirlerinde ışık

hızını da geçen bir genişleme olabilir. Işık hızını aşan bu genişleme görelilik kuramının getirdiği yasağı delmiş olmuyor. Genişleyen yalnızca boşluk. Ancak şimdiye dek öne sürülen

len şişme kuramlarının geçerli olabilmesi için, BOOMERANG'ın saptadığı ses dalgalarında gözlenen tepe noktasından başka, ondan çok daha küçük ikinci ve hatta üçüncü tepeler de gerekmektedir. Bu ikincil tepeliklerin görülmeyişi, araştırmacılara göre şişme kuramlarının ayrıntılarının, ya da evrendeki madde yoğunluğuyla ilgili öngörülerin yeniden gözden geçirilmesini gerektirebilir. Ancak deney verilerinin daha yakından incelenmesi ve bu yılın Kasım ayında fırlatılacak olan ve COBE'den çok daha duyarlı ölçümler yapacak olan MAP uydusunun göndereceği verilerle tutarsızlıkların ortadan kalabileceği de belirtiliyor.

Şişme modeli temel alındığında, tepe noktalarının yapısı başlıca üç parametreyle, evrenin eğriliğiyle, tanıdığımız (baryonik) maddenin ve karanlık maddenin yoğunluğuyla belirlenir. Birinci tepe noktasının büyüklüğü, evrenin eğriliğini ve dolayısıyla içindeki madde yoğunluğunun bir ölçüsü. Çünkü Einstein'a göre uzay-zamanın bü-

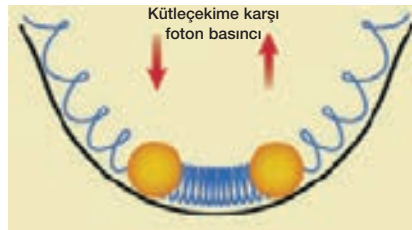


Evrenin ilk anlarında gökadalardan atış olan yapılar birbirlerine bitti. Dolayısıyla evrendeki her yapı homojen bir görünüm kazandı. Daha sonra evren, giderek hızlanan bir şişmeyle bu yapıları ışığını geçen bir hızla birbirlerinden uzaklaştırdı. O günden bu yana karşı yönlerdeki uzak gökadalardan birbirlerini göremiyorlar. Saniyenin çok küçük bir kesiri kadar süren şişme durunca, ışık yavaş yavaş gökadalardan yakalayıp geçmeye başladı. Milyarlarca yıl sonra, uzak gökadalardan yeniden birbirleriyle temasa geçecek.

külmesine yol açan şey, maddenin külesi. Madde ayrıca kozmik mikro dalga fotonlarının izlediği yolu da büktüğünden, araştırmacılar evrenin yoğunluğunu ve eğriliğini hesaplayabiliyorlar.

BOOMERANG deneyinin sağladığı veriler düz ve kritik yoğunlukta bir evrene işaret ediyor. Düz derken, doğal olarak kastedilen, yarıçapının çok büyük olması nedeniyle yayın düzmüş gibi görüldüğü bir küre kastediliyor. Bu, toplam madde ve enerji yoğunluğunun, kritik düzey denilen düzeye yakın olduğu bir evren anlamına geliyor. Böyle bir evren kritik hızda genişleyeceği için genişlemenin kütleçekimi nedeniyle yavaşlaması ve sonunda kütleçekimine yenilmesi nedeniyle kendi üzerine çöken kapalı evren modeli geçerliliğini yitirmiş oluyor. Aynı biçimde, son yıllarda bazı uzak süpernova patlamalarının gündeme getirdiği, kritik hızın üstünde, bir genişleme ve buna karşılık gelen açık evren modeli de temelden yoksun kalıyor.

California Üniversitesi (Berkeley) araştırmacılarının liderliğinde uluslararası bir ekipce yürütülen bir başka balon deneyi, BOOMERANG sonuçlarını doğruladı ve daha da iddialı önermelerde bulundu. MAXIMA deneyinde kullanılan balon, kuzey gökkürede Ejderha (Draco) Takımıyıldızı yönünde göğün 0,3 açı derecelik küçük bir böl-



Gökbilimcilerin kozmik mikrodalga fonun ince yapısında gördükleri farklar, aslında ses dalgaları. Kütleçekimi, evrenin başlangıç anlarındaki plazmayı sıkıştırıyor. Foton baskısının direnci daha sonra hareketi tersine çeviriyor; böylece akustik salınımlar başlıyor. Sıkışma sıcaklığı yükselttiğinden, bugün mikrodalga fonda gördüğümüz sıcak ve soğuk noktalar oluşuyor.

gesini gözledi. 1998 yılı Ağustos'unda gerçekleştirilen ve sonuçları 9 Mayıs günü açıklanan MAXIMA deneyi, mikrodalga fon ışınımının daha da yüksek çözünürlükteki görüntüleriyle evrenin düz olduğunu ve kritik hızda genişlediğini kanıtladı. Deney ayrıca evrendeki enerji yoğunluğunun ancak %5'inin sıradan madde ve enerjiden oluştuğunu da belirledi.

BOOMERANG ve MAXIMA sonuçlarını değerlendiren araştırmacılar, evrende ışımayan ve yoğunluğunu zayıf etkileşimli ağır egzotik parçacıkların oluşturduğu düşünülen "karanlık madde"nin evrenin toplam enerjisinin %30'unu oluşturduğu sonucuna vardılar. Bundan da çıkan, evrenin enerjisinin %65'inin Einstein tarafından başlangıçta öngörülüp, sonra terkedilen, kütleleri itici bir etki yapan "kozmojik sabit" adlı bir boşluk enerjisinden oluştuğu.

Bu arada Amerikalı gökbilimcilerce yürütülen bir başka deney de karanlık maddenin evrende dağılımı konusuna ışık tuttu. Kütleçekimin ışığı bükmesi, çok uzak küresel kaynaklardan gelen ışığın, yoldaki karanlık maddenin "kozmetik kırılma" diye adlandırılan zayıf bir mikromerceklemeye etkisiyle doğrulandı. Bu etki, ışık kaynaklarının dairesel görüntülerini, elipse dönüştürüyor. 10 Mayıs'ta açıklanan araştırma, 140 000 uzak gökada üzerinde yapılan gözlemlere dayanıyor. Araştırmanın ışımadığı için görülemeyen karanlık maddenin dağılımı konusunda ilk verileri sağladığı, uzmanlarca vurgulanıyor.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Hu, W., "Ringing in the New Cosmology", *Nature*, 27 Nisan 2000
Seife, C., "BOOMERANG Returns With Surprising News", *Science*, 28 Nisan 2000
Bucher, M. A., Spergel, D. N., "Inflation in a Low-Density Universe" *Scientific American*, Ocak 1999
"Flat Universe With 65% Dark Energy Said Confirmed", *NASA Basın Bülteni*, 8 Mayıs 2000
NSF: Einstein's Predicted Shear Said Observed in Cosmos", *NASA Basın Bülteni*, 10 Mayıs 2000

Matematik Bilmecelerini Çözerek 7 Milyon Dolar Daha Kazanabilirsiniz Son Denkleminiz mi?



MATEMATİK dünyasının, on yıllardır yakanamayan yanıtsız problemleri galiba yolun sonuna geliyor. Çünkü artık hepsinin kafasına bir ödül kondu. Amerikan ve İngiliz yayınevlerinin Goldbach Varsayımı'nı çözene 1 milyon dolar ödül vaat etmesinin ardından geçen ay sonunda matematikçiler Paris'te dünyanın en zor yedi problemini belirleyerek her birinin çözümünü için birer milyon dolar ödül koydular. Ödüllerini koyan, merkezi

ABD'nin Massachusetts eyaletindeki Cambridge kentinde bulunan Clay Matematik Enstitüsü (CMI). Enstitünün başkanı Arthur Jaffe, yüz yıl önce, 1900 yılındaki İkinci Uluslararası Matematikçiler Kongresi sırasında ünlü Alman matematikçi David Hilbert'in Paris'te yaptığı çağrını hatırlatıyor. Hilbert'in kongrede meslektaşlarına zamanının çetrefil 23 problemini çözme çağrısına değinen Jaffe, 20. yüzyıl matematiğinin büyük ölçüde Hilbert'in çağrısıyla biçimlendiğini söylüyor. Jaffe'ye göre kendisinin yaptığı çağrının

3 Navier-Stokes olgusunun varlığı ve düzgünlüğü. Bu problem, sıkıştırılmayan sıvıların hareketlerini tanımlayan bir dizi diferansiyel denklemle ilgili. Görece basit görünmelerine karşın üç boyutlu Navier-Stokes denklemleri kolayca yoldan çıkıyor.

Princeton Üniversitesi matematikçilerinden Charles Fefferman, "Navier-Stokes denklemlerini güzel, düzgün, ve oldukça zararsız başlangıç koşullarıyla oluşturabiliyorsunuz; ama çözümler son derece kararsız olabiliyor" diyor. Denklemlerle uğraşanlar, geçerliliğin yitip gittiği "tekillik" noktalarının oluştuğunu ve işlerin tümüyle sarpa sardığını söylüyorlar. Matematikçilerin Navier-Stokes olgusunu "ehlileştirilebilir" halinde bunun akışkan mekaniği alanında kökten değişikliklere yol açacağı belirtiliyor. Fefferman, "akışkanların davranışlarını anlayabilmemizin, bilim ve teknoloji kadar matematik üzerinde de çok büyük etkileri olacaktır" diyor.

tek farkı, paranın sıcak yüzü. Jaffe daha önce Amerikan Matematik Derneği'nin başkanlığını yapmış. Şimdiyse kendisi gibi zengin bir maliyeci olan Landon Clay'in iki yıl önce kurduğu

1 P=NP? Listenin başında, süper bilgisayarlarla yapılan şifreleme tekniğini tarihe gömecek olan "P'ye karşı NP" problemi bulunuyor. Bilgisayarçıların hangi algoritmanın hangi hesap işlemini hangi etkinlikte yapacağını araştırmalarıyla ortaya çıkmış. Genel olarak bir bilgisayar programına ne kadar çok veri yüklerseniz, programın bu verileri işleme süresi o ölçüde uzar. Bir dosyalar listesini alfabetik sıraya koyacak bir algoritma düşünün: Dosyaların sayısını ikiye katlarsanız, programın bunları sıraya sokması için gereken süre dörde katlanacaktır. Bilgisayar bilimi dilinde bu, bir N^2 algoritması. Pekçok işlem için programcılar bu gibi "polinomial süre"ya da P algoritmaları kullanıyorlar; çünkü işlemlerin çözümü öyle göze alınamayacak kadar uzun olmuyor.

Çok haneli sayıların çarpanların ayrılması gibi polinomial sürede çözülemeyen problemler bile, polinomial süre içinde *sağlanabilir*. Örneğin büyük bir sayıyı çarpanlarına ayırdığını söyleyen birinin doğru yapıp yapmadığını kontrol etmek için çarpanları birbir-

leriyle çarpmanız yeterli. Böyle polinomial süre içinde kontrolü yapılabilecek bir probleme NP deniyor. Açık ki, tüm P algoritmaları birer NP; çünkü bir şeyi polinomial süre içinde çözebiliyorsanız, başkasının bulduğu bir çözümünü de polinomial süre içinde kontrol edebilirsiniz. Gelgelelim 1971'de bilgisayar bilimcisi Stephen Cook, bir NP algoritmasının aynı zamanda bir P algoritması olup olmadığını sordu.

P=NP?

Yanıt olumsuz gibi. Büyük sayıları çarpanlarına bölmek gibisinden NP problemlerinin polinomial süre içinde çözümünün bilinen örneği yok. Ancak bunu kanıtlamak görüldüğü gibi kolay değil. Üstelik kanıt, ödülle birlikte hesapta olmayan başka şeyler de getirebilir! Matematikçiler "tam NP" denen ve NP problemlerinin en zor türü olan problemlerin birbirlerine eşit olduğunu kanıtladılar. Böyle olunca da bir tam NP problemin polinomial süre algoritması, bu çeşit tüm problemlerin çözümü için uyarlanabilir. Cook, böyle bir algoritmayla her türlü şifreyi kırabilirsiniz" diyor.

2 Birch-Swinnerton-Dyer Varsayımı. Bu problem, Andrew Wiles'in beş yıl önce Fermat'ın Son Teoremi'ni kanıtlamak için kullandığı matematikle aynı alanı paylaşıyor. Her ikisi de eliptik eğriler denen geometrik biçimlerin matematik özelliklerine, yani $y^2 = x^3 + ax + b$ türünden bir denklemi çözen noktalar dizisine dayanıyor. 1960'larda oluşturulan Birch-Swinnerton-Dyer varsayımı, eğri üzerindeki rasyonel sayılarla, yani grafik üzerinde hem x, hem de y'nin rasyonel olduğu sayılarla ilgili. Böylesine her eliptik eğri ile bağlantılı, "L-fonksiyonu" denen matematiksel bir varlık bulunuyor. Bu fonksiyon, aslında eğri hakkındaki bilgiyi başka biçimde kodlayan bir formül. Varsayım, yalnızca belirli bir değerde L-fonksiyonunun sıfır olması halinde bir eğri üzerinde sonsuz sayıda rasyonel nokta bulunacağını söylüyor. Problem soyut olmakla birlikte, Cambridge'li matematikçi John Coates'un "matematikte çözülmemiş önemli problemlerin en eskisi" dediği rasyonel boyutlarda kenarları olan dik üçgenlerin alanları konusundaki sorularla ilintili bulunuyor.

4 Yang-Mills Kuramı ve Kütle Açığı.

Çözümü için ödül konan 4. Problem, Yang-Mills kuramı olarak bilinen bir fizik dalıyla ilgili. Bu kuram, parçacıkları matematiksel simetrinin kavramlarıyla tanımlıyor. Yang-Mills kuramı fizikçiler için doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirme çabalarında bir araç olarak kullanılıyorsa da, Yang-Mills denklemlerinin mantıklı çözümleri olup olmadığı bilinmiyor. Bu çözümlerin olması durumunda bile, bunlarda fizikçilerin neden kuarkları yalıtamadıklarını açıklayacak bir "kütle açığı" bulunması da kesin değil. Jaffe, "bu soruna nasıl yaklaşılması gerektiği konusunda bir düşünce ya da model yok" diyor.

5 Hodge Varsayımı.

Birch-Swinnerton-Dyer varsayımı gibi Hodge varsayımı da iki matematiksel kavramı ilişkilendirmeye çalışıyor. Matematikcinin cebirsel geometri diye bilinen dalında matematikçiler, sayıların ilişkilerini ve simetrisini inceleyen soyut cebirle, çeşitli uzaylarda biçimleri inceleyen geometriyi birleştirmeye uğraşıyorlar. Hodge çemberleri, önemli cebirsel ağırlık taşıyan, ama görünür bir geometrik yorumu olmayan yapılar. Cebirsel çemberlerinse geometrik yorumları var, çünkü bunlar uzayda kesişen eğrilerle ilgili. Ama bunlar da cebirsel olarak fazla güçlü değil. Hodge varsayımı, bu ikisini birleştiriyor ve bir Hodge çemberinin, cebirsel çemberlerin bir toplamı olarak yazılabileceğini söylüyor. Böylece de Hodge çemberlerinin gücünü ve cebirsel çemberlerin kolay yorumunu birleştirmiş oluyor.

6 Poincaré Varsayımı.

Fransız matematikçi Henri Poincaré, topoloji olarak bilinen, uzayda biçimlerin sınıflandırılması konusunu inceliyordu. Bu biçimleri sınıflandırmanın etkili bir yöntemi, bir cismin üstüne giderek küçülebilen halka biçimli hayali iplikler yerleştirmek. Örneğin bir basket topunun üzerine yerleştirilecek böyle bir halka büzüştükçe mutlaka bir nokta haline gelir. Oysa bir çöreğe konacak bir halka, mutlaka noktada sonlanmayabilir. Çöreğin etrafına konursa ya da içinden geçirilirse büzüşme bir yerde takılır. Bir basket topunun derisi, ya da bir çöreğin üzerindeki ağda gibi iki boyutlu yüzeyler için, büzüşen halkaların davranış biçimi, sözkonusu yüzey türünü tümüyle tanımlar. Örneğin herhangi bir yüzey üzerine konan tüm halkalar büzüşüp nokta haline geliyorsa, o zaman bu yüzeyler topolojik olarak bir küreyle aynıdır. Poincaré, halka büzüşmesi testinin, bir üst derecedeki boyutta, yani üç boyutlu cisimler için de geçerli olması gerektiğini varsaydı. Ancak ne kendisi, neden kendinden sonra gelen matematikçiler, varsayımın geçerli ya da geçersiz olduğunu kanıtlamadılar.

Varsayım, tüm öteki boyutlar için kanıtlanmış bulunuyor. Geçerliliği bilinmeyen tek durumsa üç boyutlu dünya.



7 Riemann Hipotezi.

Hiçbir "arayan" listesi, matematik bilmecelerinin bu büyük babası olmadan tam sayılmaz. Hipotez, ilk kez 1859 yılında zeta fonksiyonunu: $\zeta(s)=1+1/2^s+1/3^s+...$ araştıran Alman matematikçi Bernhard Riemann tarafından yayınlandı. "s" için hangi pozitif değeri koyarsanız koyun, asla $\zeta(s)$ sonucunu elde edemiyorsunuz. Ancak bu durum, karmaşık sayılar alanında geçerli değil. Karmaşık sayılar, $a+bi$ olarak ifade edilebilen sayılara verilen ad. Burada i , -1'in kare kökünü ifade ediyor. Aslında zeta fonksiyonunun sonsuz çokluktaki "sıfır"ları, i 'nin bir çarpımını içeriyor ve $1/2$ nin gerçek bir bölümünün temsil eder görünüyorlar. Yani bunlar, reel bir b sayısı için $1/2+bi$ değerine eşit oluyor. Burada "temsil eder görünüyorlar" ifadesi önemli. Çünkü bir milyardan fazla bilinen sıfırın bu örüntüye uymasına karşın, şimdiye kadar kimse tüm sıfırların buna uyacağını kanıtlamamış.

Gerçek olması halinde hipotez, matematiğin hemen tüm öteki dallarını etkileyecek; örneğin matematikçilere asal sayıların dağılımını açıklayacaktır. Princeton Üniversitesi İleri Araştırmalar Merkezi'nden Enrico Bombieri, "Benim için bu hala saf matematikteki en temel problem; hatta bugün bu, 50 yıl öncesinde olduğundan da önemli" diyor. Zeta fonksiyonu, örneğin cebirsel geometrideki L-fonksiyonuyla yakından ilişkili olduğundan, Fermat'ın Son Teorem'inin Wiles tarafından bulunan çözümüyle etkilenen matematik alanlarının, Riemann Hipotezi'nce de etkilenmesi kaçınılmaz. Bombieri, "öteki matematik alanlarıyla olan ilişki giderek derinleşiyor" diyor.

enstitüyü yönetiyor. Bir rakam verilmemekle birlikte, CMI'nin matematiğin ilerletilmesi amacı için "oldukça geniş bir bütçe" ayırdığı anlaşıyor. Jaffe, "gelecek yıl bu problemlerin tü-

mü çözülsün bile, bizim için bir sıkıntı olmaz; yalnızca sürpriz olur" diyor.

Birer milyon dolar ödül konan matematik problemlerinin çözümlerinin gönderilebileceği İnternet adresi:

www.claymath.org Ancak ödüle hak kazanabilmek için çözümlerin hakemli bir derdide yayınlanması gerekiyor.

Science, 26 Mayıs 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek

2000 Uluslararası matematik yılı nedeniyle, Matematikçiler Derneği, 7-11 Haziran'da, Ankara Çağdaş Sanatlar Merkezi'nde, Matematik Sempozyumu ve Matematik Oyunları Sergisi'ni düzenleyecek. Dernek, matematiğin soyut olmaktan çıkıp görsel hale gelebildiğini göstermek amacıyla sempozyumla birlikte matematik oyunları sergisini açıyor. Sergide seçilen konular şu başlıklarda toparlanmış: Sanat ve matematik, yüzeyler ve kıvrımlar, formlar ve yapılar, talih ve örnekleme, alanlar ve yapbozlar, problemler ve tahminler, doğa ve simetri, fraktal ve tekrarlar, matematik ve fizik, düzen ve kaos, hesap ve algoritmalar, modeller ve gerçekler. Sempozyumun konularıyla şöyle: Matematikçinin tanımları ve matematik mezunlarının iş alanları, üniversite öncesi matematik öğretimi ve eğitimi, matematiğin uygulama alanları, Abak'tan bilgisayara matematik gelişimi, matematik öğretim programlarının iş alanlarına göre düzenlenmesi.



İlgilenenler için: Matematikçiler Derneği
Strazburg Cad. Adalet Hanı No:18/18
Sihhiye / Ankara, Tel ve Faks: (312) 231 31 73
www.matder.org.tr

Asal Sayıların Listesi (1000'e kadar)

(1-100): 2 3 5 7 11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67 71 73 79 83 89 97
(101-200): 101 103 107 109 113 127 131 137 139 149 151 157 163 167 173 179 181 191 193 197 199
(201-300): 211 223 227 229 233 239 241 251 257 263 269 271 277 281 283 293 307 311 313 317 331 337 347 349 353 359 367 373 379 383 389 397 401 409 419 421 431 433 439 443 449 457 461 463 467 479 487 491 499
(501-600): 503 509 521 523 541 547 557 563 569 571 577 587 593 599
(601-700): 601 607 613 617 619 631 641 643 647 653 659 661 673 677 683 691
(701-800): 701 709 719 727 733 739 743 751 757 761 769 773 787 797
(801-900): 809 811 821 823 827 829 839 853 857 859 863 877 881 883 887
(901-1000): 907 911 919 929 937 941 947 953 967 971 977 983 991 997
(1001-1100): 1009 1013 1019 1021 1031 1033 1039 1049 1051 1061 1063 1069 1087 1091 1093 1097
(1101 +): 1103

<http://www.physics.usyd.edu.au/~kennett/maths/prime.html>

Goldbach Varsayımı'na İlgili Büyük!

Goldbach varsayımına ilk yanıt geldi. Ama arkadaşımız 1 milyon ABD doları ödülü kaçırdı, çünkü yanıt ne yazık ki doğru değil! Ama olsun önemli olan düşünmek. Bir gün doğru yanıt bulunacak. Körfez Fen Lisesi öğrencisi Birsan Yılmaz'ın yanıtı şöyleydi:

2'den büyük bir n çift sayısı verildiğinde, ondan küçük en büyük p asal sayısını alalım. O zaman $n-p$ de asal olur. Dolayısıyla $n = p + (n-p)$ yazılabilir. Buna karşı örnek bulmak için dakikalarda arandık. Sonunda Duran imdadına yetişti ve İnternet'ten 1000'e kadar asal sayıların listesini çekip önümüze koydu. O zaman bir bakış yetti: örneğin 220'den küçük en büyük asal sayı 211, ancak $220-211 = 9$ sayısı asal değil!

Yeni fikirlerinizi bekliyoruz.

Bilim ve Teknik



Kayıp Hidrojen Bulundu

Hubble Uzay Teleskopu, evrende bilinen maddenin toplam kütesinin yarısına yakın bir bölümünü oluşturan "kayıp hidrojeni" buldu. Evrenbilimciler, son on yıldır büyük patlamada oluşan ancak genişleyen evrende bir biçimde "kaybolan" büyük hidrojen kütesini aramaktaydılar. Gökadaların devinimlerinin incelenmesi, bildiğimiz proton, nötron ve elektronlar gibi tanıdığımız parçacıklardan oluşan baryonik maddenin evrenin en çok %10'unu oluşturduğunu ortaya koymuş bulunuyor. Evrenin %90'ınınsa, ışıma yapmadığı için "karanlık madde" diye adlandırılan egzotik parçacıklardan, ya da yaşamını noktalamış yıldızların artıklarından, nötron yıldızlarından, kara deliklerden ya da yıldız olacak kütleyle kazanamamış gaz topraklarından oluştuğu sanılıyor. Ancak evrenbilimcileri uzun süre meşgul eden bir soru, çok büyük ölçüde hidrojen-den oluşan %10'luk normal maddenin yarısının da nerede olduğuydu. Kayıp hidrojenin ortaya çıkmasının, evrenin büyük ölçekli yapısı konusundaki kuramsal modellere ışık tutacağı sanılıyor. Buluş aynı zamanda, büyük patlamadan sonraki ilk birkaç dakika için-

de sentezlenen hidrojenin miktarı konusundaki kuramları da doğrular nitelikte. Evrenin oluşum modellerinde milyarlarca yıl önce çok büyük gaz bulutları oluşturduğu varsayılan bu hidrojen kütesinin yarısı, hiçbir gözlem aracıyla belirlenememişti. Nedeni, gazın çok sıcak ve seyrelmiş olması. Hatta Hubble'ın keskin gözleri bile çok yüksek sıcaklığı nedeniyle bu kütleyle belirleyememişti. Princeton Üniversitesi astrofizikçilerinden Todd Tripp ve ekip arkadaşları, kayıp hidrojenin varlığını, Hubble'ın gökadar arasındaki boşlukta yüksek derecede iyonize olmuş (elektronlarından çoğunu yitirmiş) oksijen saptamasıyla belirlediler. Oksijen, hidrojenle ısıtıldığı için enerji kazanıyor ve çok yüksek sıcaklıklarda elektronlarını yitiriyor. İyonize oksijenin varlığı da evrende çok büyük ölçülerde hidrojen bulunduğunu gösteriyor.

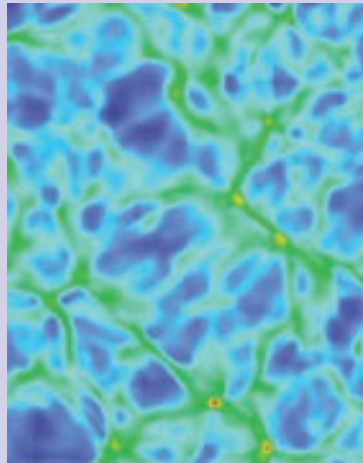
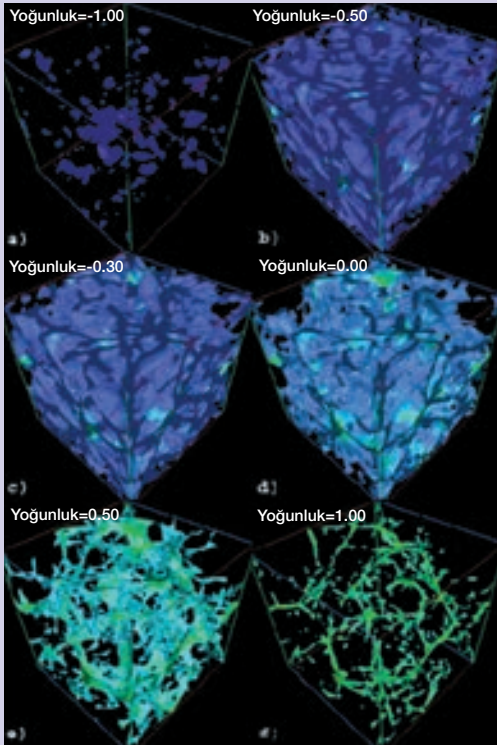
Geçtiğimiz yıllarda süperbilgisayarlarca oluşturulan evren modellerinde, büyük patlamada ortaya çıkan hidrojenin, zincirlere benzeyen muazzam yapılarda toplandığı ve bu zincirlerin kesiştiği yerlerde de gökada kümelerinin oluştuğu öngörülmekteydi. Gene



modellerin öngörüsüne göre, bu zincirler boyunca hareket eden gaz bulutlarının çarpışarak ısınması gerekiyor. Bu sıcaklıkta, yeni gökadarların oluşmasını engelleyeceğinden, gökadarların çoğu evren daha gençken ve içindeki hidrojen de yoğunlaşabilecek derecede soğukken ortaya çıkmış olmalı. Araştırmacılara göre hidrojen bulutlarını "işaretleyen" oksijen, gökadalardaki büyük kütleli yıldızların merkezlerinde oluşuyor ve bu yıldızların patlamasıyla gökadar arasındaki boşluğa saçılıyor. Bu oksijen, boşluktaki hidrojen bulutlarına karışınca şok etkisiyle ısıyor ve sıcaklığı 100 000 dereceye kadar yükselince elektronlarını büyük ölçüde yitiriyor.

Araştırmacılar, gökadalardaki boşluktaki iyonize oksijeni, milyarlarca ışık yılı uzaklıktaki bir kuasarın ışığını inceleyerek saptamışlar. Kuasarın ışığı, yolculuğu sırasında sıcak hidrojen bulutlarının içinden geçtikçe, tayfı üzerinde bulut içinde bulunan iyonize oksijenin "parmak izleri" anlamına gelen soğurma çizgileri oluşmuş. Hubble, kuasarın ışığının milyarlarca yıllık yolculuğu sırasında en az dört sıcak hidrojen bulutu içinden geçtiğini saptamış. Birbirleriyle çarpışan bulutlardaki hidrojen atomları çok ısındıklarından elektronlarını yitirmişler. Elektronları olmadığından da kuasarın tayfında soğurma çizgileri oluşturamıyorlar. Gerçi oksijen de ısındığı için elektronlarının çoğu yörüngelerinden kopuyor. Ama gene de atom çekirdeği çevresinde dönen birkaç elektron kaldığından, kuasar tayfı üzerinde iyonize oksijenin imzası çıkıyor.

NASA basın Bülteni, 3 Mayıs 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek



Büyük patlama sonrasında oluşan hidrojen genişleyen evreni muazzam iplikli yapılar biçiminde örüyor. Bu gaz sütunlarının kesişme noktalarında zamanla büyük gökada kümeleri oluşuyor (üstte). Genişleyen evrenin yoğunluğu azaldıkça, bu gaz sütunları bugün gözlediğimiz örüntüyü kazanıyor (solda).

Gen Mühendisliği ve Etik Kaygılar

Hemen hemen her hafta bir hastalık ya da kişisel bir özellik ile ilgili yeni bir genin bulunmuş olduğu haberini alıyoruz. İnsanlarda bulunan genetik malzemelerin haritasını çıkaracak olan İnsan Genom Projesi de tamamlanmak üzere. Bu bilgiler belki de toplumların "hastalık" ve "sağlık" olgularına bakışını değiştirecek. Öte yandan, insan gen haritasının çıkarılması için süren yarış, kimi korkuları da açığa çıkardı.

INSAN GENOMUNUN haritasını çıkarmak için başlatılan İnsan Genom Projesi tamamlanmak üzere. Bu proje bizlere, kendi genetik yapımızı kontrol etme yeteneği sağlayacak; üstelik insan genlerinin haritalanması çalışmaları, daha şimdiden yepyeni sağaltım olanakları vaat etmeye başladı bile. Öyle ki hemen her hafta basında, insanlarda görülen bir hastalık ya da bir özellik ile ilgili genin bulunduğu ilişkin yeni bir haber çıkıyor. Kimi uzmanlar, kim olduğumuz ve nasıl işlev gösterdiğimiz konusunda kalıtımın ne denli önemli olduğunu sık sık yineliyorlar. Bir hastalığı anlamak ve sağaltmak için göz önüne alınması gereken en önemli etkenlerin genlerimizde bulunduğu görüşü giderek yaygınlaşıyor.

Öte yandan, insan gen haritasının çıkarılması için sürdürülen yarış bazı temel korkuları körüklüyor gibi. Bu korkuların nedenlerinden biri, haritayı birkaç hafta içinde tamamlayacağını iddia eden ticari bir kuruluşun, "özel" genleri patentlemek istemesi. İster istemez akla, bu bilgilerin, insanları ırk, etnik özellikler, cinsiyet ya da başka özellikleri yüzünden ayrımcılığa tabi tutmak üzere kullanılıp kullanılamayacağı sorusu geliyor. Yeterince güç sahibi olanlar, bu yeni bilgilerin ışığında "hastalık" ve "sağlık" kavramlarını kendi değer yargıları

doğrultusunda kullanabilirler mi?

Son 20 yılda genetik araştırmaları, sistik fibroz ve Huntington hastalığı gibi kimi hastalıkların altında yatan genleri saptadı. Bu ilerlemelere bakarak kimi uzmanlar, daha karmaşık özelliklerin ve hastalıkların da genetik temellerinin saptanmasının yalnızca zaman sorunu olduğunu belirtiyorlar. Genetik araştırmalarının, madde bağımlılığı, alkolizm, evsizlik ve suça yatkınlık gibi toplumsal sorunlarla baş etmeye bile yardım edebileceği öne sürülüyor. Kalıtbilimin (genetik) insan davranışlarını açıklayabileceği, onları önceden tahmin edebileceği ve hatta düzeltebileceği mesajına yalnızca gazetelerde rastlamıyoruz. Popüler bilim dergilerinde "çevre mi yoksa kalıtım mı" tartışmalarının artık geçerliliğinin kalmadığına; insan davranışlarının pek

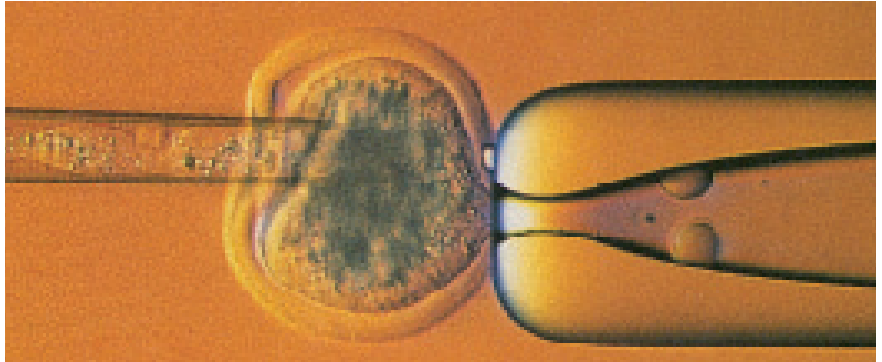


çok
yö-
nünü
genle-
rin belir-

lendiğine değinen yazılar yayımlanıyor. Ancak, bu görüşün hem bilimsel çevrelerde, hem de sıradan insanlar arasında yaygın olarak kabul edilmesi,

kimilerine Nazi Almanyasını anımsatıyor: Bu yaklaşım, "eugenics" in (insan türünün soyaçekim yoluyla ıslahına çalışma) geri dönüşü olarak görülüyor.

Karşıtları tarafından "genetik determinizm" olarak adlandırılan bu görüşe göre genlerimiz, suça yatkınlık, saldırganlık, alkolizm, eşcinsellik gibi, toplumsal yönleri de olan kişilik özelliklerini belirleme gücüne sahip. Scientific American dergisi yazarla-



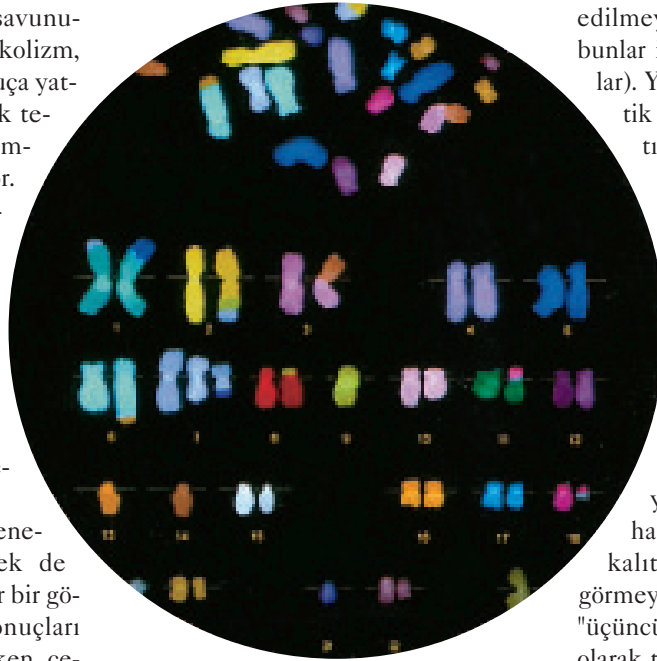
rından John Hogan'a göre, bu görüşlerin dayandırıldığı araştırmaların kimileri günümüzden yüz yıl önce, eugenics'in babası olarak bilinen Francis Galton gibi bilim adamları tarafından yapılan araştırmalara çok benziyor. Ancak, genetik determinizm görüşünün yaygınlık kazanmasının en önemli nedeni, biyologların insan genlerini manipüle etmek ve haritalamak konusundaki başarıları.

Öte yandan, zihinsel hastalıklı olanların sözcüleri de, şizofreni, manik-depresyon ve hatta alkolizm ve madde bağımlılığı gibi durumların genetik temellerinin gösterilmesinin, bu tür hastalıklara hem daha iyi tanı koyulmasını, hem de hastaların ve ailelerinin toplumca daha hoşgörülü karşılanmasını sağlayacağını savunuyorlar. Özellikle ABD'de, alkolizm, şizofreni, manik-depresyon, suça yatkınlık gibi özelliklerin genetik temellerinin araştırılmasına önemli miktarlarda para harcanıyor. Washington Üniversitesi'nden, genetik araştırmaları konusunda uzmanlaşmış bir bilim tarihçisi olan G. E. Allen, insan davranışlarının genetik temeliyle ilgili bir ön raporun ya da araştırmanın tanıtımının, araştırmanın kendisinden çok daha hızlı ilerlediğine de dikkat çekiyor.

Hogan'a göreyse medya, genetik araştırmalar konusunda pek de gerçekçi olmayan, fazla iyimser bir görüntü sunuyor. "Çarpıcı" sonuçları olan raporlara geniş yer verilirken, çelişkili raporlara yer verilmiyor. Örneğin "alkolizm geni"nin bulunduğu haberi kendine geniş yer bulurken, bu konudaki karşıt ya da çelişkili sonuçları gösteren başka araştırmaların adı bile anılmayabiliyor. Bunun sonucunda, geçerliliği şüpheli kimi bulguların toplum ve hatta "uzmanlar" tarafından kabul edildiği görülebiliyor. Fazladan bir Y kromozomuna sahip (cinsiyet kromozomu XY yerine XYY olan) erkeklerin normalden daha saldırgan ve suça yatkın olduğunun "kanıtlanması" bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

1960'larda yapılan bir araştırmada, hapisanelerde normal popülasyondan daha sık olarak, fazladan bir Y kromozomuna sahip erkek bulunduğu saptanmış. Kimi araştırmacılar, bu bulgu-

dan yola çıkarak, Y kromozomu erkek tutumlarını belirlediğinden, fazladan Y kromozomuna sahip erkeklerin de çok saldırgan, "süper erkekler" olduğu varsayımını yapmışlar. Bu araştırmanın basında geniş yer bulduğunu söylememize gerek yok. Bunu izleyen araştırmalar, fazladan Y kromozomlu erkeklerin, öteki erkeklerden biraz daha uzun olmaları ve zekâ testlerinde biraz daha düşük puanlar almalarının dışında, başka açılardan normal olduklarını ortaya koymuş. 1993 yılında ABD Ulusal Bilimler Akademisi, fazladan Y kromozomuyla saldırgan davranışlar arasında bir bağlantı olmadığını açıklayan bir rapor yayımlamış.



Genetik etkenlerin, bir özelliği anlamada ve hastalıkları sağaltmada en önemli etkenler olduğu görüşünün kimilerince genetik determinizm olarak adlandırıldığına değindik. Genetik determinizm karşıtları, eleştirilerini iki farklı noktadan yöneltiyorlar. Bunların ilki, alkolizm ve suça yatkınlık gibi özelliklerin tamamen kalıtımla açıklanamayacağı. Bu tür özellikleri kalıtımla açıklamaya çalışan araştırmaların hem amaçları hem de yöntemleri sık sık eleştirilere konu oldu; Minnesota ikiz araştırmaları, akıllı gen araştırmaları, şizofreni, manik-depresyon ve eşcinsellik genleri araştırmalarında olduğu gibi. Genetik determinizm karşıtlarının ikinci eleştirisi noktası, herhangi

bir kalıtsal hastalığın ortaya çıkmasında ve iyileştirilmesinde çevresel (toplumsal ve psikolojik) etkenlerin rolünü vurguluyor.

Peki, nelere kalıtsal hastalık diyoruz? Pennsylvania Üniversitesi'nden biyoloji tarihi ve felsefesi konusunda uzmanlaşmış David Magnus'a göre, İkinci Dünya Savaşı sonrasında genetik hastalık tanımı, %100 kalıtsal olan Huntington hastalığı ve Akdeniz anemisi gibi hastalıklarla sınırlandırılmıştı. Magnus bunları, birinci grup kalıtsal hastalıklar olarak sınıflandırıyor. Son 20-30 yıldaysa, kalıtsal hastalık tanımının içeriği genişledi. Kalıtsallığı %100'den az olan, birden çok geni içeren özellikler de kalıtsal hastalık olarak kabul edilmeye başlandı. (Magnus'a göre bunlar ikinci grup kalıtsal hastalıklar). Yani, herhangi bir özellik, genetik bir yöne sahipse, %100 kalıtsal olmasa da, kalıtsal hastalık olarak adlandırılmaya başlandı; örneğin, kalp hastalığı, kimi kanser türleri ve şeker hastalığı gibi.

Sonuç olarak, kalıtsal hastalık kavramının içeriğinin genişlemesi, kalıtsal yönü çok açık olmayan, karmaşık davranış özelliklerinin kimilerinin de kapsanmasına yol açtı. Alkolizm, şizofreni, hatta suça yatkınlık da artık birer kalıtsal hastalık olarak kabul görmeye başladı. Magnus, bunları da "üçüncü grup kalıtsal hastalıklar" olarak tanımlıyor. Herhangi bir hastalığın oluşmasında ve sağaltımında çevresel etkenlerin rolünün unutulmaması gerektiğini vurgulayanlar, ikinci ve üçüncü gruptaki "kalıtsal hastalıklar"ın ortaya çıkmasında çevresel etkenlerin önemine işaret ediyorlar.

Gen Terapisi

Magnus'a göre, gen terapisindeki son gelişmeler de kalıtsal hastalık kavramına yeni bir boyut daha kazandırdı. Örneğin, kansere karşı yapılan gen terapisiyle kalıtsal bir hastalık olan ADA eksikliğine karşı yapılan terapi, aynı yöntemle gerçekleştiriliyor. Bu açıdan bakınca, gen terapisiyle üstesinden gelinebilen herhangi



bir hastalık ya da özelliğin genetik bir hastalık olduğunu söylemek olası. Çünkü, gen terapisiyle sağaltılan durumun %100 kalıtsal olması gerekmiyor. Gen terapisinde hastalık, ister tümüyle kalıtsal olsun ister olmasın, genetik olarak belli dokular değiştirilerek sağaltılıyor. Tedavi açısından, bu genlerin bedeninin neresinde bulunduğu da bir önemi yok. "Eğer bedendeki genlerden kimilerinin değiştirilmesi tedavinin verimli olmasını sağlıyorsa, önemli olan bu" diyor Magnus.

Enfeksiyona bağlı olanlar da dahil olmak üzere, insan hastalıklarının tümü, genetik donanımızla bir bakıma ilintili olduğu bir gerçek. Bu yüzden de kalıtsal ya da genetik hastalık kavramının, insan bünyesinde olan biten herşeyi kapsayacak biçimde genişlemesi şaşırtıcı olmamalı. Yaşlanma ve ölüm bile günümüzde genetik hastalık olarak görülüyor.

Bugün gen terapisi, tıp uygulamalarını kökten değiştirebilecek bir araç olarak görülüyor. Kamuya gen terapisinin, aşılar, antibiyotikler ve organ nakilleri yanında yerini alarak Batı tıbbının büyük bilimsel zaferlerine katılacağı mesajı veriliyor. Gen terapisi ve hastalıklara "genetik" yaklaşımdan yana olanlar, bu alanlardaki son gelişmeleri, ölüm oranlarında 20. yüzyılda gerçekleşen düşüşle özdeşleştirilen aşılar ve antibiyotiklerle eşdeğer tutuyorlar.

20. yüzyılda ölüm oranlarının azalmasının, salgın hastalıklar yüzünden görülen ölümlerdeki azalmaya bağlı olduğu gerçek. Peki, salgın hastalıkların yenilmesi ve türlü hastalıkları saptamaya ve izlemeye yarayan ölçümlerin geliştirilmesi, 20. yüzyılda tıbbın başarısının ve gücünün göstergesi mi gerçekten? Tıp ölçümlerinin, aşıların ve antibiyotiklerin toplum sağlığı üzerindeki etkisini araştıran ampirik çalışmaların sonuçları böyle söylemiyor aslında. Araştırmalara göre, örneğin salgın hastalıklardan ölümler, aşıların ve antibiyotiklerin kullanılmaya başlamasından daha önce önemli oranda azalmış. Sözgelimi ABD'de, 1900-1973 yılları arasında ölüm oranlarındaki düşüşün yalnızca %1-3,5'u aşıların, antibiyotiklerin vb. geliştiril-

mesine bağlıyor. Pek çok Avrupa ülkesindeki benzer araştırmalarda da 18., 19. ve 20. yüzyıllara ait buna benzer sonuçlar bulunmuş. Bu araştırmaların hiçbirisi, tıptaki gelişmelerin tek tek bireyler üzerinde etkili olmadığını göstermiyor: Vurgulanan nokta, tıptaki bu gelişmelerin toplumların sağlığı açısından sanıldığı kadar güçlü araçlar olmadığı. Toplum sağlığı söz konusu olduğunda asıl güçlü araçlar, büyük ölçekli toplumsal değişimlerle, beslenme ve halk sağlığı uygulamalarındaki iyileştirmeler. Araştırmalar, insan ömrünün özellikle gelişmekte olan ülkelerde gelir düzeyiyle yakından ilgili olduğunu ortaya koyuyor. Şöyle ki, kişi başına düşen gelirdeki küçük ölçekli bir artış bile, ortalama yaşam süresinde önemli yükselmelere yol açıyor. 20. yüzyılda insan sağlığı alanında gerçekleşen devrim, kamu sağlığına verilen önemden ve hastalığın tedavisinden çok, hastalık ortaya çıkmadan önce önlenmesine verilen ağırlıktan kaynaklanıyor.

Genetik araştırmalara karşı gidecek artan ilgi kimilerine göre, birçok araştırmanın toplum sağlığı açısından anahtar belirleyiciler olarak gösterdiği toplumsal etkenlerin göz ardı edilmesine yol açıyor. Bu yaklaşım, özel biyoteknoloji firmalarının ve Genom

İnsan Genom Projesi

Uluslararası bir araştırma projesi olan İnsan Genom Projesi'ni, insanlarda bulunan genetik malzemelerin tümünün bir haritasını çıkarma çabası olarak özetleyebiliriz. Proje, insan genomunun fiziksel ve genetik haritalarının ayrıntılı bir biçimde çıkarılması, insan genomundaki, sayısının 50 binle 100 bin arasında olduğu tahmin edilen genlerin yerlerinin belirlenmesi; ayrıca, model sistem olarak kullanılan pek çok öteki organizmanın genomlarına benzer analizler yapılmasını içeriyor.

İnsan Genom Projesi tamamlandığında, insan DNA'sının yapısı, düzeni ve işlevleri konusunda ayrıntılı bilgiler içeren bir kaynak hazır olmuş olacak. Bu bilgiler, bir insanın gelişmesi ve işlev göstermek için gerekli ve kalıtım yoluyla edinilmiş bir tür "kullanma klavuzu" olarak düşünülebilir. Proje tamamlandığı zaman, bir sonraki adım, bu bilgilerin ışığında biyomedikal araştırmalar için yeni teknolojilerin geliştirilmesi olacak. Ortaya çıkarılan bilgiler, sonuçlarının toplum yararına kullanılabilmesi için, tüm bilim adamlarının, doktorların ve ilgilenenlerin kullanımına sunulacak.

1980'li yılların ortalarında tasarlanan İnsan Genom Projesi, o zamandan beri hem bilimsel çevrelerde, hem de basında kapsamlı tartışmalara konu oldu. Genetik şifrelerimizin elde edil-

mesi, hem bireyler hem de toplum açısından büyük önem taşıyor. Bu yüzden, zamanımızın en önemli biyolojik keşiflerinin son noktası olan bu elektronik veri tabanının halka ve profesyonellere sunulmasıyla ilgili politik düzenlemeler yapılması gerekeceği düşünülüyor. İnsan genom araştırmasıyla ilgili çabalarının önemli bir



Celera Genomics'in yöneticisi Craig Venter

yönünü de, bu genetik bilgilerin etik, yasal ve sosyal çıkarımlarının analizi ve toplum için politik seçimlerin geliştirilmesi oluşturuyor.

ABD'de, projenin geliştirilmesinden ve planlanmasından Enerji Bakanlığı ve Ulusal Sağlık Enstitüleri sorumlu. Proje, bu iki kurum ve İngiltere'deki Wellcome Trust tarafından destekleniyor. Geçtiğimiz Aralık ayında, projenin üyelerinden bir konsorsiyum, insanlarda 22. kromozomun DNA diziliminin çoğunun tamamlandığını açıkladı ve bu bilgiler yayımlandı. İnsanlarda, kanserden sinir sistemi hastalıklarına kadar en azından 27 hastalığın 22. kromozomdaki değişikliklerle ilintili olduğu sanılıyor. En önemlisi de, henüz yeri bulunamamış olsa da, şizofreniyle ilgili olan bir gen de bu kromozomda bulunuyor. Üç yıl içinde, insan DNA'sının diziliminin tam olarak ortaya çıkarılması hedefleniyor. Genom haritası, insan hücreleri içindeki DNA sarmalları üzerinde bulunan üç milyar baz çiftinin tam yerlerini gösterecek. O zaman, ilk kez bir insanı oluşturan 200 binle 300 bin kadar proteini tanıyabileceğiz.

İnsan Genom Projesi'yle aynı amaç için çalışan özel laboratuvarlar da var. Bunlardan Celera Genomics adlı Amerikan şirketi, insan genom haritasını Projeden çok daha önce tamamlayacağını açıkladı. Şirketin, bu haritada bulunan "özel genler"i patentleme planları tartışmalara konu oldu.

Projesi'nde olduğu gibi hükümet fonlarıyla da destekleniyor. Magnus'a göre genetik determinizm, araştırmaların ve tedavi çabalarının, hastalıkların genetik temellerine ve gen terapisine odaklanmasına yol açarak, öteki düzeylerdeki çabaların dışlanmasına da neden oluyor. Bir bireyin hastalığı yaşaması, hastalığın duygusal etkisi, iş yaşamına etkileri, hastalığa yakıştırılan etiket ve tedavinin maliyeti gibi pek çok sosyal ve psikolojik öge içermekte. Hastalığın bu önemli yönleri, genetik düzeyine sıkı sıkıya bağlı kalmaya çalışan yaklaşımlarla görmezden gelinebiliyor. Eğer hastalıklar gen terapisiyle sağaltılabiliyorsa, hastalığın çevresel etkenleri pek çok kişi için önemini yitirecek. Hem kalıtsal hem de çevresel tüm etkenlerin hastalıkta önemli bir halka oluşturduğu söylemiye, bu yaklaşımın yanında sönük kalacak.

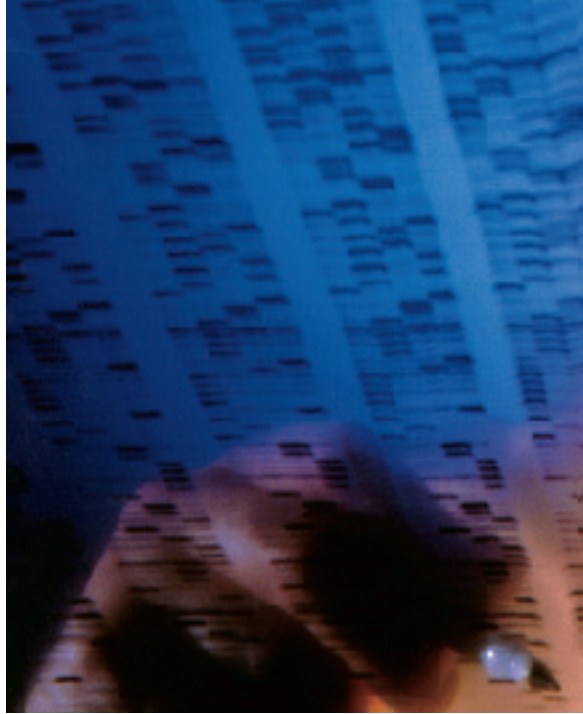
Hastalık Nedir?

Psikoloji, ekonomi, eğitim ve politika gibi insan davranışlarını konu alan alanların hepsi de, insan doğası konusunda belli gerçekleri öngörür. "Kalıtım mı yoksa çevre mi" tartışması, yani insanı insan yapan şeylerin, doğuştan getirdiği özellikler mi yoksa öğrenme yoluyla soradan kazanılanlar mı olduğu ve bunların ağırlıkları, bu alanların ortak konularından biri. Fakat İnsan Genom Projesi, "kalıtım mı, çevre mi" tartışmasını sona erdirmeyi amaçlıyor. Ortaya çıkacak bilgiler belki de, tıpkı Darwin, Freud, Kopernik'in görüşlerinin yaptığı gibi kavramsal bir devrimle, kim olduğumuz ve nasıl hasta olduğumuza bakışımızı değiştirecek.

Pennsylvania Üniversitesi'nde Biyoetik Merkezi'nin yöneticisi A. L. Caplan'a göre, "sağlık", "hastalık", ya da "normallik" gibi kavramların içeriğine göz atmak, İnsan Genom Projesi'nin ve biyotıp alanındaki öteki araştırmaların ortaya çıkardığı yeni bilgiler konusundaki etik tartışmalara ışık tutabilir. Bu tartışmaların ilk akla gelenlerinden biri, eğer tedavisi pahalı genetik bir hastalık sonucu ölme riskinizin olduğu anlaşılırsa, sağlık si-

gortanızın sizi yarı yolda bırakıp bırakmayacağı. Örneğin 1970'li yıllarda ABD'deki sağlık sigortası şirketleri siyah müşterilerinin, daha çok siyahları etkileyen kalıtsal bir hastalık olan Akdeniz anemisi için testten geçmelerini şart koşuyordu. Bu testi yaptırmayı reddeden ya da testte pozitif sonuç alanlar sigorta kapsamına alınmıyordu. Bugün de kimileri gen araştırmalarının tedavideki yararları için olmaktan çok, sağlık sigortası şirketleri ve işverenler tarafından ayrımcılık yapmak üzere kullanılacağından korkuyor.

Aslında, "hastalık" olarak adlandırılan bir farklılık genellikle, toplum



tarafından değersiz olarak görülen bir özellik ile ilintili oluyor. İnsanlık tarihinde insanların ırk, cinsiyet ya da etnik özelliklerinden kaynaklanan farklılıklarının hastalık olarak sınıflandırıldığı çok görülmüş. Bu sınıflandırmalar temel alınarak kimi zaman, ko-yu renk bir ten ve cinsiyetinden başka kusuru olmayan insanlar haksız, zaman zaman da zararlı uygulamalara maruz kalmışlar.

Caplan'a göre, "değersizleştirmenin" sağlığı ve hastalığı tanımlamada ana ölçüt olarak kullanılması, bu kavramları öznelleştirir. Yeterince güç sahibi ya da ayrıcalıklı olanlar, sağlık ve hastalık kavramlarını, kendi değer yargılarını başkalarına benimsetmek

için kullanabilirler. Peki, herhangi bir işlev bozukluğunun varlığını, bu durumun kişiyi başkalarından farklı kılan yönlerine değer yargısı yüklemekten belirlemek olası değil mi? Caplan, hem kendi toplumumuzun, hem de öteki toplumların hastalık ve normallik kavramlarını anlamının, insan genetiği konusunda ortaya çıkan bilgilerin uygulamalarını şekillendirmeye yardım edeceği görüşünde.

Hastalık kavramının içeriği konusunda iki farklı kaynağa bağlı görüş ayrılıkları bulunduğunu söylüyor Caplan. Bunların ilki, "normal" in ne olduğunun belirlenmesinin, hastalığın tanımlanmasında ya da ortaya çı-

karılmasında oynadığı rol. İkincisiye, herhangi bir hastalığın tanımlanmasında değer yargılarının rolü. Örneğin pek çok sağlık çalışanı farklılığı, hastalık ya da herhangi bir hastalığın işareti olarak görür. Farklılıkların hastalıkla eşdeğer tutulmasını eleştirenler, insanın genetik özellikleri konusunda iki noktaya dikkat çekiyorlar. Birincisi, normal dışı bir durumu ya da bir farklılığı hastalık olarak adlandırmak, aslında hastalık statüsünde olmayan fiziksel ya da ruhsal bir duruma bir değer yargısı yüklemek olabilir. İkincisi de, alışılmadık biçimde akıllı olanlar, güçlüler, hızlı koşanlar ya da başka açılardan üstün olanlar hastalıklı olarak sınıflandırılmıyorlar.

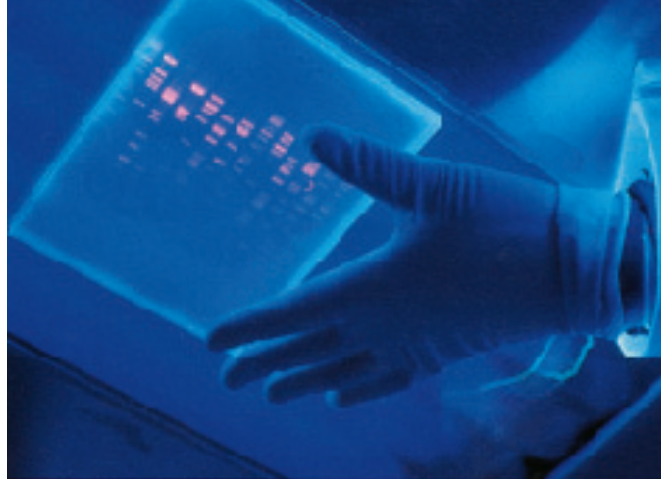
Klinik Genetik

Yeni bir uygulama alanı olan klinik genetik sayesinde örneğin pek yakında, hamilelik sırasında amniyotik sıvıdan alınan örnekler, embriyonun bazı tedavisi olanaksız hastalıklar ya da radikal bedensel ya da zihinsel bozukluklar taşıyıp taşımadığını ortaya koyabilecek. Böylece de hamileliğin sona erdirilmesi, en azından tıbbi müdahalelerle bebekte gelişen hasarın önlenmesi ya da tedavisi olanağı ortaya çıkabilecek. Ama aynı klinik genetik, cinsiyetin önceden "planlanması" gibi kötü bir kullanıma da (özellikle erkek egemenliğindeki kültürlerde) olanak sağlayabilir.

Birçok kişiye göre klinik genetik kendisini, farklı olmanın yanı sıra işlev bozukluğuna da sahip genetik durumların belirlenmesiyle sınırlamalı; doğum öncesi, kariyer planlama, ya da işyeri taramalarının bir parçası olmaktan kaçınmalıdır. Uygulamaların amacı, genomun iyileştirilmesi değil, hastalığın önlenmesi ya da düzeltilmesi olmalı. Sağlanan olanakların genel kullanım alanları, planlama örgütlerine ve eğitim kurumlarına bir kitleseleleme aracı sağlamak, işyeri sahiplerine bir "adam seçme" detektörü, baskıcı hükümetlere "potansiyel suçluları" ayıklama mekanizması armağan etmek olmamalı.

Caplan'a göre, İnsan Genom Projesi'nden elde edilen bilgilerin çoğunun genomun işlevlerinden çok, yapısı ve birleşimi hakkında olduğunun unutulmaması gerekiyor. Ona göre, eğer insan popülasyonunda ölümcül bir hastalığa yol açan bir genin kuşaktan kuşağa aktarılması gen terapisiyle engellenebiliyorsa, bunun yapılmasını gerektirecek ahlaki bir neden yok. Korku duymadan ya da suçluluk hissetmeden çocuk sahibi olabilmek için, ölümcül bir gen taşıyan herhangi biri, kendisine gen terapisi yapılmasını isterse, bu neden yapılmasını ki? Klinik genetiğin amacı, hastalıkların önlenmesi ve sağaltılmasıysa, vücuda uygulanan sağaltımın olanaklı olmadığı durumlarda gen terapisinin uygulanmasından daha doğal bir şey olamaz. Ancak, Genom Projesi'nin önemine ve değerine inanan Caplan gibi kimi bilim adamları, sık sık projenin oluşturmaya çalıştığı bilgilerin kötüye kullanılabileceği konusundaki korkuları yatıştırmaya çalışmak için uğraşıyorlar.

Bu endişelerin asıl kaynağı, insan genomuyla ilgili yeni bilgilerin, insan türünü "iyileştirmek" için kullanılabilecek olması; yani "eugenics". Bu endişe, tarihsel olarak da, 20. yüzyılda milyonlarca insanın ölümüyle sonuçlanmış ve "eugenics"e dayanan toplumsal politikalarından kaynaklanıyor. Nazi Almanyasının "ırk temizliği" ve "eugenics" uygulamaları, milyonlarca



insanın kafatası biçimleri ve genetik özellikleri nedeniyle öldürülmesi; "üstün ırk" yaratma hedefi doğrultusunda zihinsel engellilerin, eşcinsellerin "imha edilmesi", insanlığın kolektif bilincine kazınmış bir kâbus.

Günümüzde de, hükümetlerin ve özel kuruluşların gerçekleştirmeye çalıştığı ve pekalâ "eugenics" tanımına girebilecek uygulamalar yok değil. Örneğin 1980'li yıllarda Singapur'da kurumsallaştırılan kimi uygulamalar gibi. Bunların arasında "akıllı" çiftlerin daha çok çocuk yapmaya teşvik etmek için parayla ödüllendirilmesi de bulunuyor. Caplan'a göre, bu türden uygulamalara ve düşüncelere her yerde, her kurumda rastlamak olası. Bir başka örnek de, California'daki "seçkin sperm" bankası Repository for Germinal Choice. Bu kuruluş kendisine, üstün bilimsel, atletik ya da girişimcilik özellikleri nedeniyle seçilmiş erkekleri bulmak ve onların spermelerini toplamak misyonunu edinmiş durumda. Bu spermeler, yüksek zekâlı kadınların kullanımını bekliyor. Tabii ki amaçlanan şey, insan toplumunun uzun vadeli mutluluğunu ve dengesini sağlayacak, genetik açıdan üstün çocuklar yaratmak.

İnsanlar, günün birinde bir sperm ya da yumurtanın genetik planının "düzeltilecek" üstün özellikli ya da savaşçı insanlar yaratılması olasılığını rahat karşılamıyorlar. Belki bunda, "üstün" kategori içinde yer alamama endişesinin de payı var. Belki de düşünceye karşı çıkış, salt etik bir yaklaşım. Ama bu etik tartışmalar şiddetlenirken, Caplan, "gen terapisi konusundaki herhangi bir tartışmayı eugenics uygulamalarıyla eşdeğer gör-

memek gerekiyor" diyor.

Bugün, 1920'lere ve 1930'lara göre kalıtım konusunda çok daha fazla bilgimiz var. Örneğin suç, eşcinsellik, alkolizm gibi özellikleri, salt genetik etkenlere bağlamanın güç olmasının bir nedeni, embriyonun büyüme sürecinin, genlerin her koşulda aynı sonuçlara yol açan "katı" bilgi parçaları olmadığını göstermiş olması. Kimyasal, fiziksel ve biyolojik koşullardaki değişiklikler, genleri "açıp" "ka-

patarak" gelişim süreci boyunca, kritik dönemlerde kendilerini ne kadar göstereceklerini etkileyebilir. Bu açıdan bakınca, insanların davranışlarını ve kişilik özelliklerini etkileyen genler, çevresel girdilerden etkilenir diyebiliriz. Bu yüzden, kimilerine göre, çevreye karşın, insanların toplumsal davranışlarını hangi genlerin biçimlendirdiğini bulmaya çalışmak anlamlı değil. "Ancak bu durum, toplumsal davranışlarımızın genetik temelleri konusunda, bu davranışları basite indirgeyen iddiaların öne sürülmeyeceği anlamına gelmiyor" diyor Allen.

Allen'a göre, genetik temelli olarak adlandırdığımız herhangi bir özelliği, çevrenin etkisini göz önüne alarak da açıklayabiliriz. Söz gelimi, "saldırganlık", "suça yatkınlık", ya da "alkolizm" in tanımı bakış açısına göre değişebilir. Bunlarla ilgili yasal, psikiyatrik ya da klinik uygulamalar için uygun tanımlar yapabiliriz. Ancak, bu farklı tanımlar, bu davranışların nedensel köklerinin aynı olduğunu göstermez. "Eğer genetik determinizme dayanan düşüncelerin desteklenmesi ve bunların toplumda ödüllendirilmesi, ekonomik ve sosyal koşullar tarafından belirleniyorsa, bu koşulları değiştirmek ve ekonomik açıdan daha eşitlikçi bir toplum yaratmak için çalışmalıyız" diyor Allen...

Aslı Zülâl

Kaynaklar:

- Allen, G. E., "Science misapplied: The eugenics age revisited" <http://www.techreview.com/articles/as96/alene.html>
- Bloom, B. R., "The future of public health" . *Nature*, 2 Aralık 1999.
- Caplan, A. L., "If gene therapy is the cure, what is the disease?" <http://www.med.upenn.edu/bioethic/genetics/articles/1.caplan.gene.therapy.html>
- Hogan, J., "Eugenics revisited" *Scientific American*, Haziran 1993.
- Little, P., "The book of genes", *Nature*, 2 Aralık 1999
- Magnus, D., "Gene therapy and the concept of genetic disease" <http://www.med.upenn.edu/bioethic/genetics/articles/12.gen.disease.html>
- <http://www.nhgri.nih.gov/HGP/#What>



Klonlama Dünyasından...

1997 yılında Dolly adlı kopya kuzunun dünyaya gelmesinden bu yana klonlama dünyasında birçok ilerleme gerçekleşti. Bilim adamları koyunun yanı sıra fare, inek, keçi ve maymun da klonlandılar. Klonlama teknolojisinde patent hakları, klonlama ve genetik çeşitlilik, insan klonlama gibi konularda tartışmalar sürerken, bilim de kendi yolunda ilerliyor. Bilim adamları klonlama teknolojisiyle, doku ve organ nakillerinde kullanılacak dokularla organlar üretmeye çalışıyorlar.

BELKİ DE ÇOK YAKINDA bilim adamları, klonlanarak yaratılmış ilk bebeğin doğduğunu açıklayacaklar. Bundan 20 yıl kadar önce doğmuş ilk tüp bebek Louise Brown gibi bu bebek de önce medyanın yoğun ilgisiyle karşılanacak. Belki ondan birkaç yıl sonra da yeryüzünde klonlama yaygınlaşacak. Bu yolla dünyaya gelmiş yüzlerce, hatta binlerce bebek olacak. Ancak, klonlama dünyasından son haberler, bu konuda pek de acele etmemek gerektiğini düşünüyor bize.

1997 yılının Şubat ayında, İskoçya'da Edinburgh yakınlarındaki Roslin Enstitüsü'nden Ian Wilmut ve arkadaşları, dişi bir koyundan kopyalamış oldukları Dolly adlı kuzunun doğduğunu açıklamışlardı. Dolly, dolayısıyla da klonlama teknolojisi, dünya gündemine bomba gibi düşmüştü. Dolly örneğinde klonlamayı kısaca, yetişkin bir canlıdan alınan herhangi bir bedensel (somatik) hücrenin kullanılmasıyla canlının "genetik ikizi"nin yaratılması olarak tanımlayabiliriz. Dolly'nin yaratılmasında kullanı-

lan klonlama yöntemi, bedensel hücre çekirdek transferi olarak adlandırılıyor. Bu yöntemde araştırmacılar, bir hücrenin çekirdeğini alarak -hücrenin genetik materyalini içeren DNA çekirdekte bulunur- sonra bunu kendi hücre çekirdeği, yani DNA'sı çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarıyorlar. Ortaya çıkan embriyonun her bir hücresinde, çekirdeği veren hücrenin DNA'sı bulunuyor. Daha sonra da embriyo, bir dişinin rahmine yerleştiriliyor.

Dünyanın klonlama teknolojisinden haberli olduğu 1997 yılından bu yana bu alanda büyük ilerlemeler gerçekleştirildi. Bilim adamları, koyunun yanı sıra, fare, inek, keçi ve maymun kopyalamayı başardılar. Bu arada Dolly iki kez doğum yaptı; pek çok ülkede klonlama, özellikle de insan klonlamayla ilgili yasalar ve yasaklar konulmaya çalışıldı, ya da konuldu. Patent hakları, insan klonlama, klonlamanın yaygınlaşmasının genetik çeşitliliğin azalmasına yol açabileceği gibi konularda pek çok tartışma yaşandı. Bu tartışma konuları hala güncelliğini koruyor olsa da, etik tartışmaların ve

yasal düzenlemelerin yeni odağı, hücre ve doku naklinde kullanılacak malzemelerin üretilmesi için yapılan "tedavi amaçlı klonlama". Yani, hastalık sonucu kaybedilmiş doku ve organların yerine, klonlama yoluyla yenilerinin üretilmesi.

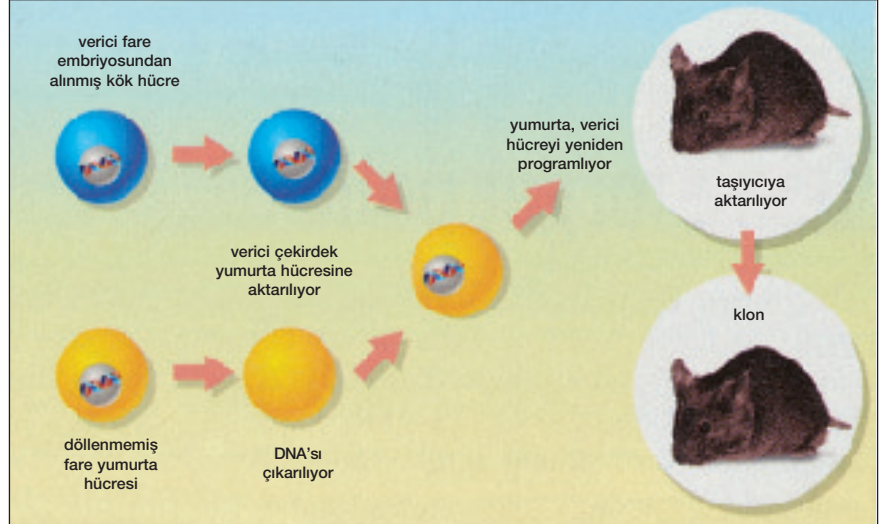
Gerçekte çekirdek transferi yönteminin, organ nakilleri için insan organlarının klonlanmasında kullanılabileceği düşüncesi, Dolly'nin doğumunun açıklanmasından hemen sonra su yüzüne çıkmıştı. Medya, bu düşünceye de kendi açısından büyük ilgi gösterdi: İnsanlara kusursuz olarak uyan, nakilden sonra bedenin reddetmeyeceği organlar elde etmek için üretilmiş, merkezi sinir sistemi çökerilmiş, olan bitenden habersiz, bilinçsiz klonlar; organ tarlaları... Ancak, gerçekte olup bitenler bu senaryodan çok farklı. Araştırmacılar, laboratuvar da kültürlenme yoluyla oluşturulmuş embriyolardan dokular ve organlar üretmeyi amaçlıyorlar.

Alicısına kusursuz bir biçimde uyan organ ve dokuları klonlama yoluyla üretme düşüncesi, geçtiğimiz yılın Mayıs ayında, California'da bulu-

nan Geron adlı biyotıp şirketinin, Dolly'nin yaratıcılarıncı kurulmuş Roslin Bio-Med'i almasıyla bir adım daha yol aldı. Geron, çağdaş tıbbın yeni mucizesi embriyonik kök hücreler konusundaki çalışmalarıyla tanınıyor. 1998 yılı Kasım ayında, çalışmalarını Geron'un desteklediği iki bilim adamının, birbirlerinden bağımsız olarak, insanlara ait embriyonik kök hücreleri izole ettikleri açıklandı.

Kök hücreleri, farklı hücre türlerine dönüşebilen özel hücreler olarak tanımlayabiliriz. Embriyonun ilk zamanlarında, onu oluşturan kök hücrelerin her biri, bütün bir organizma yaratma potansiyeline sahiptir. Kimi kök hücre türleri, yetişkin organizmalarda da bulunur. En çok bilinenleri kemik iliğindeki, akyuvar üreten kök hücrelerdir. Günümüzde kemik iliği ve kan hücresi nakilleri, başarıyla gerçekleştirilebilen ve iyi bilinen işlemler. Ancak, belli bölgelerdeki özelleşmeleri oluşturacak kök hücrelerin nasıl tetikleneceği ya da belli işleri nasıl yapacakları konusunda pek çok bilinmeyen şey var. Yani, kök hücrelerin aktarılacağı bölgedeki hücrelere nasıl dönüşeceğinin bilinmesi gerekiyor. Bu yüzden, dünyanın dört bir tarafındaki tıp laboratuvarlarında bu sinyallerin anlaşılması ve üretilmesi üzerinde çalışmalar sürüyor.

Embriyonun ilk aşamalarındaki kök hücreler henüz özelleşmemiş olduğu için, kök hücreler çekirdek transferinde verici hücre olarak kullanılmaya çok uygundur. Klonlama sürecinde, yumurta hücresindeki verici çekirdeğin "yeniden programlanması" önemli bir aşama. Bu aşamada, yetişkin hücresinden alınan çekirdeğin gelişim saati, embriyo aşamasına dönecek biçimde



Bedensel hücre nükleer transferi yönteminde, bir beden hücresinin çekirdeği alınarak, kendi hücre çekirdeği, yani DNA'sı çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarılıyor. Ortaya çıkan embriyoda, çekirdeği veren hücrenin DNA'sı bulunuyor. Daha sonra embriyo, bir dişinin rahmine yerleştiriliyor.

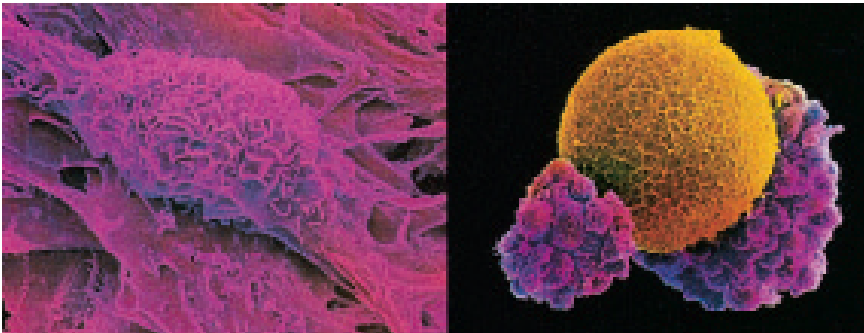
geriye alınıyor. Ortaya çıkan embriyolardan kök hücrelerin izolasyonu, klonlama teknolojisiyle birlikte kullanılarak, hastanın kendi hücrelerinden dokular ve organlar oluşturulabilir. Böylece, nakledilen dokuların ya da organların reddedilmesi gibi bir sorun da kalmaz.

Ancak, "tedavi amaçlı klonlama" olarak adlandırılan bu yöntemin, etik yönü hala tartışılıyor. Çünkü, her hastanın tedavisinden sonra, klonlanmış bir embriyoya, hatta belki de birçok embriyoya zarar verilmiş olacak. Özellikle, her embriyonun potansiyel birer insan yaşamı olduğu düşünülürse...

Kimi Hayvanlar Klonlanamıyor mu?

Geçtiğimiz Şubat ayında, ABD'li araştırmacılar, kimi hayvanların genetik açıdan "klonlanamaz" olabileceğini

açıkladılar. Bu açıklama, Boston'daki Whitehead Biyotıp Araştırma Enstitüsü'nden William Rideout ve arkadaşlarının, fareler üzerinde yaptıkları bir araştırmadaki gözlemlerine dayanıyordu. Embriyonik kök hücrelerin verici hücre olarak kullanılmaya çok uygun olduğundan hareketle, Rideout ve arkadaşları, farelerde klonlamayı ilk olarak gerçekleştirmiş Hawaii'li bir ekip ile birlikte, farklı fare soylarının embriyonik kök hücrelerini kullanarak klonlar üretmeye başlamışlardı. Ancak araştırmada, farelerde, "klonlamaya yatkınlık" konusunda beklemedikleri ölçüde farklılık olduğunu gözlediler. Ve bundan hareketle de, hayvanlar arasında "klonlamaya yatkın klonlamaya yatkın olmayan" biçiminde bir ayrımın olabileceğini düşündüler. ABD'deki Georgia Üniversite'sinden Steve Size da, ekibinin, kimi inekleri klonlamanın güç olduğu konusunda kuşkusunun olduğundan söz ediyor. (Steve Size ve ekibi, inek klonlamayı ilk olarak gerçekleştiren araştırmacılar.) Şimdiye kadar klonlamaya yatkınlık üzerine yapılmış, sonuçları açıklanmış herhangi bir araştırma yok. Eğer klonlamayı güçleştiren etkenler varsa ve bunlar ortaya çıkarılabılırsa, bunları önlemenin bir yolu da bulunabilir. Dolly'nin yaratıcısı Ian Wilmut da, herhangi bir yöntemle her şeyi klonlamanın bir garantisi olmadığını söylüyor. Ancak, ona göre çekirdek nakli yöntemleri geliştikçe, günün birinde klonlanamayacak hiçbir şey kalmayacak.



Bilim adamları, klonlamada alıcı hücre olarak yumurta hücresi yerine (sağda), embriyonik kök hücrelerin (solda) kullanılacağı yeni bir yöntem üzerinde çalışıyorlar. Hastaya uyan hücreleri ve dokuları elde edebilmek için, hastanın hücrelerinden biri, çekirdeği çıkarılmış bir embriyonik kök hücreye aktarılacak. Kök hücrelerin, gereksinim duyulan hücrelere dönüşmesini sağlayacak mekanizmalar ortaya çıkarılırsa, her hasta için, kendisine tam uyan hücreler üretilbilecek.

Soyu Tükenmekte Olan Hayvanlar

Klonlama haberlerinin ortaya çıktığı ilk zamanlarda kimi araştırmacılar, bu yeni teknolojinin soyları tükenme tehlikesinde olan ya da esaret altında üremeye çalışan hayvan türlerinin üretilmesinde kullanılabileceğini düşünmüşlerdi. Bu konuda da şöyle bir sorun var: Bir türün bireylerinin sayısı ne kadar azalmışsa, klonlamada kullanılacak yumurta hücrelerinin sayısı da o kadar az demek oluyor. Öte yandan, sözgelimi Roslin Enstitüsü'nde Dolly'nin yaratılması sırasında üretilerek, farklı koyunlara aktarılan 29 embriyodan yalnızca birinin gelişimini sürdürdüğünü biliyoruz.

Bu konudaki güçlüğü yenmek için, Wisconsin Üniversitesi'ndeki Neil First'un laboratuvarındaki araştırmacılar, alıcı olarak ineklerin yumurta hücrelerini kullanmayı düşündüler. Aslında bu araştırmacıların çalışmaları, türler arasındaki evrimsel farklılıkların ortaya çıkarılmasına yönelik bir proje olarak başlamıştı. Onların tahminlerine göre, türler arasında klonlama yapılarak ortaya çıkan embriyoların gelişmesi ya baştan duracak, ya da birkaç hücre bölünmesinden sonra çarpık olarak sürecekti. Yani araştırmacılar, bir türün hücre çekirdeğinin, başka bir türün yumurta hücresinin sitoplazmasına uyum sağlayamayacağını düşünüyorlardı. Ancak bunun yerine hiç beklemedikleri bir şey oldu. Domuz, fare, koyun ve maymun gibi hayvanların deri hücrelerinden alınan hücre çekirdekleri inek yumurta hücresine aktarıldıktan sonra, ortaya çıkan embriyoların, test tüplerde araştırmanın sonuna kadar gelişmelerini normal olarak sürdürdüğü görüldü. Araştırmanın sonuçları, 1998 Ocak ayında Boston'daki Uluslararası Embriyo Transferi Toplantısı'nun toplantısında açıklandı. Kimi araştırmacılar, etik tartışmalar yüzünden, insan yumurta hücresi yerine inek yumurta hücresi kullanımı üzerinde çalışmaya başladılar. Ancak, bu çalışmalar da eleştiri konusu oldu. Örneğin geçtiğimiz yılın Kasım ayında, insan hücrelerinin inek hücreleriyle birleştirildiği bu tartışmalı deneyleri tekrarlamaya çalışan Tokyo Üniversitesi Tarım ve Teknoloji Bölümü'nden bir araştırma ekibi hakkında soruştur-

ma açıldı. Araştırmada, 27 ineğin yumurtalarındaki kromozomlar çıkarılarak, bu hücrelere lösemili hastalardan alınmış kanserli kan hücrelerinin çekirdekleri aktarılmıştı.

Tedavi Amaçlı Klonlama

Tedavi amaçlı klonlama, sözgelimi Parkinson gibi kimi hastalıkların iyileştirilmesinde devrim yaratabilir: Önce hastadan sağlıklı bir hücre alınarak bu hücrenin çekirdeği, kromozomları çıkarılmış bir insan yumurta hücresiyle birleştirilecek. Bundan birkaç gün sonra kültür tabağındaki embriyonik kök hücreler izole edilecek... Biyologlar kök hücrelerin, Parkinson hastalarının gereksinim duyduğu beyin hücrelerine dönüşmesini sağlayacak mekanizmayı ortaya çıkarırlarsa, her hasta için, kendisine tam olarak uyan hücreler üretmek mümkün olacak.

Edinburgh'daki Geron Biomed, şimdilerde insan yumurta hücresi kullanmayı gerektirmeyecek bir klonlama yöntemi geliştirmeye çalışıyor. Klonlama sırasında, verici hücrenin genlerinin yeniden programlanarak gelişimsel saatinin geriye alındığından söz et-

miştik. Geron Biomed'in üzerinde çalıştığı yöntemde, yeniden programlanan hücre bir embriyo oluşturmaya-
cak. Bunun yerine, doğrudan hastanın gereksinim duyduğu hücrelere ya da dokulara dönüşecek. Hastaya uyan hücreleri ve dokuları elde edebilmek için, hastanın hücrelerinden biri, çekirdeği çıkarılmış bir embriyonik kök hücreye aktarılacak. Bu yöntem harcanan embriyoların sayısını azaltacak; çünkü, kültür yoluyla sonsuz sayıda kök hücre üretilabiliyor. Aslında, embriyonik kök hücrelerin verici olarak kullanılacağı bu yöntemde, bu hücreler de bir embriyodan alınacağı için karşı çıkanlar olabilir. Öte yandan, alıcı olarak kullanılan kök hücreleri, yumurta hücrelerinin tersine, yeniden programlama için gerekli olan tüm maddeleri oluşturmaz. Bu yeni yöntem şimdilik fare ve koyun hücrelerinde deniyor. Eğer koyunlar üzerindeki deneyler başarılı olursa, plana göre bu yöntem 3 yıl sonra insanlarda denenmeye başlanacak.

Dolly ve Genetik İkizi Birbirlerine Ne Kadar Benziyor?

Geçtiğimiz yılın Ekim ayında, Dolly'nin genetik özelliklerinin, klonlanmış olduğu yetişkin koyunla tıpa tıp olmadığı anlaşıldı. Yani aslında klonlar, klonlanmış oldukları canlıların kusursuz birer kopyası olmayabilir. Yapılan bir araştırmada, Dolly'nin mitokondrisindeki (hücrenin enerji santrali) genlerin, deneyde yer alan başka bir koyuna ait olduğu ortaya çıktı. Bu sonuçlar bilim adamlarını gerçekten çok şaşırttı: Dolly ve genetik ikizi birbirlerine tam olarak ne kadar benziyor?

Çekirdek transferi yönteminde bir verici hücre, çekirdek DNA'sı çıkarılmış bir yumurta hücresiyle birleştiriliyor. Bu birleşme sonucu gelişen hayvanın kromozomları da yalnızca verici hücreden geliyor. Yani ortaya çıkan yavru, vericinin genetik ikizi (klonu) oluyor. Buraya kadar her şey tamam. Fakat yine de, yavrunun tam bir klon olup olmadığı kesin değil... Hücredeki genetik materyalin büyük çoğunluğunun çekirdekte bulunduğu doğru. Ancak, ayrı bir yapı olan mitokondride de



Klonlama haberlerinin yıldızı Dolly'yi kim unuttu? 1998 yılında İngiltere'de yapılmış bir araştırmaya göre, İngilizlerin % 65'i onun bir yetişkin hücresinden klonlanan ilk memeli hayvan olduğunu biliyor. Ayrıca, kopyalamanın yapılmış olduğu Roslin Enstitüsü'nden "bu teknolojinin insanlara uygulanmayacağı" konusunda yapılan tüm açıklamalara rağmen, araştırmaya katılanların % 49'unun, Dolly'nin insan klonlaması için bir basamak olarak klonlandığını düşündüğünü görmüş.

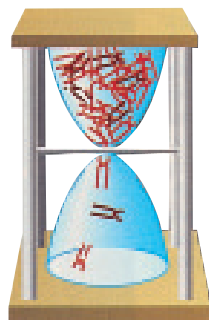
birkaç gen bulunuyor. Dolly'nin verici hücresi, yetişkin bir koyundan alınmış bir meme hücresi. Peki, Dolly'nin mitokondrisi meme hücresinden mi yoksa, yumurta hücresinden mi geliyor?

New York'taki Columbia Üniversitesi'nden Eric Schon'a göre, klonlanmış bir hayvanın mitokondrisi, hem alıcı hem de verici hücrenin mitokondrilerinin karışımından oluşmalıydı. Bu varsayımı sınamak için Schon, Dolly'nin yaratıcısı Wilmut ve başka bilim adamları biraraya gelerek Dolly'nin ve fetüs hücrelerinden klonlanmış dokuz koyunun mitokondrilerini incelediler. Koyunların kas, kan, süt ya da plasentalarında verici hücrelerin mitokondrilerine rastlanmadı. Bu, mitokondrinin % 99,5'inin yumurta hücresinden geldiği anlamına geliyor. Schon, bu sonuçlara bakarak, klonlanmış hayvanlardaki tek mitokondri kaynağının yumurta hücresi olduğu sonucuna varmış. Yani, Dolly'nin mitokondrisindeki 37 gen, çekirdek DNA'sının alındığı verici hücreden değil, onun aktarılmış olduğu yumurta hücresinden geliyor. Mitokondri, bedendeki tüm hücrelerde önemli bir role sahip olduğu için bu durum, iki hayvan arasında önemli fiziksel farklılıklara yol açabilir. Schon'a göre bu fiziksel farklılık insanlarda, söz gelimi yetenekli bir atletle, spora hiç yatkınlığı olmayan biri arasındaki fiziksel farklılıklar kadar bile olabilir.

Aslında bu araştırma, klonlama konusunda öğrenilecek daha pek çok şey olduğunun bir kez daha altını çiziyor. Araştırmanın sonucu, hücre nakli teknolojisini, insanlardan alınmış hücreleri inek yumurtalarıyla birleştirerek, organ naklinde kullanılacak dokular oluşturmada kullanmayı düşünen araştırmacılar için kötü bir haber.

Yaşlı Dolly

Geçtiğimiz yıl ortaya çıkan gelişmelerden biri de, Mayıs ayında *Nature*'de yayımlanan bir makaleye göre, Dolly'nin biyolojik yaşının, kromozomları yüzünden aslında kronolojik yaşından daha fazla olduğu. Dolly'nin telomerlerinin (genetik materyalin hücre bölünmesi



Sınırların ötesinde... İnsan klonlamasının gerçekleştirilmesi şimdilik çok riskli görünüyor.

sırasında yıpranmasını önleyen, kromozomlarının uçlarındaki bölgeler), kendisi gibi üç yaşındaki bir koyunun telomerlerinin olması gerektiği boydan çok daha kısa. Hatta tam olarak, Dolly'nin klonlanmış olduğu 6 yaşındaki koyunun kromozomlarının uzunluğu kadar. (Bunun dışında, en son hamileliğinde üçüz doğuran Dolly'nin sağlığı şimdilik yerinde.)

İnsan doku nakillerinde kısalmış telomerlerin sorun olup olmayacağı henüz açık değil. Eğer bu durum sorun olursa, aslında Geron'un bunun için çözümü hazır. 1997 Ağustosunda, Geron'dan Nobel ödüllü bilim adamı Thomas Cech, hTERT (telomeraz "reverse transcriptase") adlı bir enzimi kodlayan insan genini izole etmişti. Bu enzim, bağları gevşeyen telomerleri yeniden bağlayarak hücrenin ömrünü uzatıyor. Bundan beş ay sonra, yine Geron'la çalışan iki bilim adamı, Texas Üniversitesi Tıp Merkezi'nden Jerry Shay ve Woodring Wright, hTERT genini hücrelere aktarak, bu hücrelerin çözülmüş olan telomerlerinin onarılabilirliğini gösterdiler. Yani Geron, kök hücrelerden elde edilen doku nakillerindeki telomeraz etkinliklerini yeniden etkin kılarak, hastaların yeni organları için yaşam boyu garanti sağlayabilecek olanağa sahip.

Öte yandan, *Science*'in 28 Nisan tarihli sayısında yayımlanan bir makaleye göre Worcester'deki (Massachusetts) Advanced Cell Technologies'den Robert P. Lanza ve arkadaşları, altı sağlıklı inek klonundan alınan hücrelerde hiçbir erken yaşlanma belirtisine rastlamadılar. Üstelik de, klonlanmış ineklerin hücrelerinin, aynı yaşta normal ineklerden daha genç olduğu görüldü. Bilim adamları, bunun nasıl gerçekleştiğini ve bu durumun hayvanların ömrünü etkileyip etkilemediğini henüz bilmiyorlar.

Dolly olayının ortaya konuşundan sonra dünyanın her yanında, insan klonlamasını yasaklayan yasalar gündeme geldi, çeşitli düzenlemeler yapıldı. ABD Başkanı Clinton, insan klonlama deneyleri üzerine bir moratorium düzenledi. Pek çok yerde insan klonlama deneylerinin yapılması yasaklandı. Klonlamanın, doğacak çocuk üzerinde hâlâ bilinmeyen fiziksel riskleri olabileceği göz önüne alınırsa bu durum hiç de mantıksız değil. Ancak, klonlama teknolojisinin sağlık açısından getireceği yenilikler umut verici. Peki, insan klonlaması serbestçe yapılmaya başlanırsa, kimler, neden bu yolla çocuk sahibi olmak isteyecek? Bu sorunun yanıtını ararken, medyada çıkan ya da bilimkurgu filmlerinde gösterilen kabus senaryolarını bir kenara bırakmak gerekiyor. Çünkü, bedensel hücre çekirdek transferi, yalnızca klonlanmış insan embriyoları üretmeye yarıyor. Bu yolla doğacak bebekler, hepimizin geçtiği büyüme süreçlerinden geçecek. Her ne kadar kapasitelerimizin ve nasıl bir insan olacağımızın sınırlarını genlerimiz belirliyor olsa da, döllenmeden itibaren bu genlerin kendisini nasıl göstereceği, çevresel etkenler tarafından şekillendiriliyor. Her bireyin yaşadığı ona özgü deneyimleri, biyolojik ve toplumsal gelişim süreçlerindeki şans etkenlerini de göz önünde bulundurmak gerekiyor. Doğal insan klonları olan tek yumurta ikizleri bile birbirlerinden farklı fiziksel ve zihinsel özelliklere sahip olabiliyor. (Üstelik, gerçek yaşamda da çoğu kişi genetik ikizinden kolaylıkla ayırt edilebilir.) Bu nedenle, insan klonlaması yoluyla seri üretime geçmek isteyecekler olursa, onları düş kırıklığı bekliyor. Çünkü, klonlama yoluyla geleceğin Adolf Hitler'ini yaratmaya çalışan birisi, bunun yerine yeteneksiz bir ressam da yaratabilir.

Aslı Zülal

Kaynaklar

- Coghlan, A., "Cloning without embryos" *New Scientist*, 29 Ocak 2000
- Coghlan, A., "Superstar sheep makes her mark" *New Scientist*, 19 Eylül 1998
- Cohen, P., "Crunch time" *New Scientist*, 24 Ocak 1998
- Cohen, P., "Dolly's mixture" *New Scientist*, 4 Eylül 1999
- Cohen, P., "Double trouble" *New Scientist*, 5 Şubat 2000
- Green, R. M. "I, clone" *Scientific American*, Eylül 1999
- Klotzko, J., "We can rebuild..." *New Scientist*, 27 Şubat 1999
- Leutwyler, K., "Dolly's legacy" *Scientific American*, 21 Haziran 1999
- www.sciam.com/explorations/1999/062199dolly/index.html
- "Cloning reverses aging in clone cells" http://www.eurekalert.org/resticted/emb_releases/aaas-cra042100.html
- "Cloning and nuclear transfer: a short glossary" Roslin Institute Online <http://www2.ri.bbsrc.ac.uk/library/research/cloning/glossary.html>

Robot Tasarımcıları Canlılardan Esinleniyor

"Ortamin koşullarına uygun özellikleri taşıyan canlıların yaşamda kalma şansları vardır." Evrim kuramının temelini oluşturan bu görüş, kâşif robotlar için de (!) geçerli olacak gibi görünüyor. İnsanların herhangi bir nedenden ötürü ulaşamadığı yerlerde inceleme yapmak üzere tasarlanmış bu robotlar, geliştirilme amaçlarını gerçekleştirmekte yetersiz kaldıkça doğal seçilimin (!) etkisiyle eleniyorlar. Elenenlerin yerine de yenileri geliştirilmeye çalışılıyor. Elbette robotların doğal seçiminde bilim belirleyici oluyor. İşte, bu kâşif robotların durumuna en uygun örneklerden biri NASA'nın Mars yüzeyini araştırmak amacıyla geliştirdiği Sojourner adlı yüzey aracı. NASA, 1996 yılında Pathfinder'la gönderdiği Sojourner'i Mars'ın yüzeyine bıraktı. Sojourner, Dünya'dan kumanda ediliyordu. Ancak, Dünya'yla arasındaki mesaj iletimi biraz zaman alıyordu. Ayrıca, Sojourner'in çalışma düzeneği kendi kendini yönetebilecek kadar yetkin değildi. Küçük kayaları incelemek için yeterli olan Sojourner, devrildiğinde kendi kendine yeniden doğrulmak ve dengesini sağlamak açısından yetersizdi. Yana yattığında ya da tekerlekleri kaydıığında, Dünya'dan gelecek komutları almak üzere durup bekleyecek biçimde programlanmıştı. Bu durum birçok soruna yol açıyordu.

Sojourner, Mars yüzeyinde kayalarla dolu bir alandan geçtiği sırada sürekli yana yatıyordu. Her yana yatışta duruyor ve yeniden harekete geçmek için Dünya'dan gelecek komutları bekliyordu. NASA'nın Yeni Milenyum Programı'nda görevli olan Dave Crisp, yürürken bizim bile üzerine bastığımızda fark edemeyeceğimiz

kadar küçük taşların da zaman zaman Sojourner'in çalışmasını etkilediğini ve bu yüzden Sojourner'in kayalarla dolu alanda haftalarca kaldığını söylüyor.

Tekerlekler üzerinde gitmek üzere tasarlanmış Sojourner'den farklı bir deneyim de, Dante adı verilmiş sekiz bacaklı bir başka robotla yaşanmıştı. Zorlu koşullar altında robotlar yardımıyla inceleme yapmanın ne denli olası olduğunu anlayabilmek amacıyla



1993 yılında, Dante Antarktika'da etkin bir yanardağın kraterine indirilmişti. Ancak, Dante'nin denetim sistemleri çok ilkeldi ve çok yavaş hareket ediyordu. Bir adım atabilmek için, bilgisayarının, her bir bacağın konumunu ayrı ayrı hesaplamasını bekliyordu. Dante'nin kraterin içine yolculuğu birkaç metre ilerledikten sonra son buldu; çünkü araştırmacılarla bağlantısını sağlayan fiberoptik kablo koptu.

Dante ve Sojourner benzeri örnekler daha da çoğaltılabilir. Kâşif robotları geliştiren bilim adamlarını en çok hareket yeterliğini sağlamak zorluyor. Çünkü farklı coğrafik koşullarda robotların hareket edebilmelerini sağlamak her zaman kolay olmuyor. Bilim adamları, bugüne kadar geliştirilmiş robotların yetersizliklerini gidermek için yeni yöntemler aramaya başladılar. Bu arayışlar, bilim adamlarını robot tasarımında yeni bir yaklaşımı benimsemeye zorladı. Bu yeni yaklaşımı benimseyen bilim adamları, robot tasarımında artık canlıları örnek almaya başladılar.

En İyi Kâşif Kim?

Hareket birçok canlının ortak özelliğidir. Kimisi yüzer, kimisi yürür, kimisi sürünür, kimisi uçar... Suda yürümek ya da tekerlekler üzerinde ilerlemek zordur; ancak bir balık gibi yüzmek daha kolaydır. Havada ilerlemek gerekiyorsa bir kuş gibi uçmak en iyisidir. Engeli bir toprakta tekerlekler üstünde ilerlemektense, bir örümcek gibi vücudu sekiz bacak üzerinde dengede tutarak ilerlemek daha kolaydır. İşte, bu ve buna benzer nedenler-

den dolayı doğanın belki de en becerikli kâşiflerinin hayvanlar olduğu düşünülüyor. Hatta yalnızca hayvanların değil, tekhücreliler de dahil olmak üzere tüm canlıların böyle olduğu düşünülüyor. Yeryüzündeki canlıların yaşamlarını sürdürebilme becerilerinin nelere bağlı olduğunu bulmaya çalışan bilim adamları, tüm canlıların içinde yaşadıkları ortamlarla ilişkilerini inceliyorlar. Bu amaçla en basit tekhücreli canlılardan başlayarak karma-



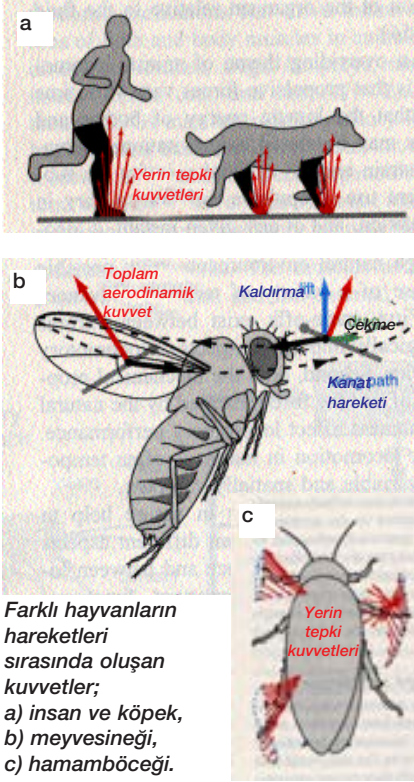
şık bitki sistemlerine kadar tüm canlılar için.yaşamı sürdürebilmenin nasıl başarıldığını anlamaya çalışıyorlar. NASA'nın Jet İtki Laboratuvarı'nda astrobiyolog olan Kenneth H. Nealson'a göre, canlıların yayılma, yaşadıkları alanla etkileşime girme, bu alanda değişiklik yapabilme ve yaşamı sürdürme becerilerinin incelenmesi gerekiyor. Nealson, bir canlının dünya üzerinde yaşamını sürdürme başarısını gösterebilmesinin temelinde yayılma özelliğinin olduğunu düşünüyor. Yayılma becerisine sahip canlıların arasına rüzgârla taşınmaya uygun özellikler taşıyan mikroorganizmaları ve bitkileri de katıyor. Basit yapılu küçük organizmalar yeterince yayılabilirliklerinden, bu canlılar için yaşama alanı seçiminin çok önemli olmadığına inanıyor. Bakteriler ve bitkiler için yaşama alanıyla etkileşime girmenin, yaşamı sürdürebilmenin önemli bir bölümü olduğunu söylüyor. Yaşama alanıyla etkileşime girmenin bir yönünün de, üzerinde bulundukları yüzeyi değiştirebilme özelliğini taşımaları olduğunu düşünüyor. Gerçekten de bakterilerin ve bitki tohumlarının yüzeylere tutunup onları değiştirebilmeyi sağlayan çok çeşitli mekanizmaları var. İşte, Nealson bu mekanizmalardan esinlenerek zor ve sert koşullarda yaşamı sürdürebilmeyi sağlayacak yeni seçenekler üretilebileceğini düşünüyor. Ona göre, tıpkı bit-

kilerin yeryüzünde yaptığı gibi, Mars'taki rüzgâr ve kütleçekimi benzeri doğal enerji kaynaklarını kendi yararımıza kullanabiliriz ve incelemelerimizi bunlardan yararlanarak sürdürebiliriz. Örneğin, iniş yaptıktan sonra rüzgarın varlığını hissettiğinde çok sayıda küçük algılayıcısını serbest bırakan ve böylece onların yayılmasını sağlayan uzay araçları geliştirebiliriz. Böylece, uzay aracı enerjisini hareket etmek yerine ölçümler yapmak ve Dünya'daki merkeze bunların sonuçlarını göndermek için kullanabilir. Nealson'ın bu düşünceleri canlıların özelliklerine sahip yeni robotlar geliştirilmesinin temelindeki yaratıcı düşüncelerden yalnızca biri. Kaliforniya'daki Jet İtki Laboratuvarı ve İleri Savunma Araştırma Projeleri Kurumu (Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA) bu yeni robotlar üzerindeki çalışmalarını hızla sürdürüyor.

Biyomorfik Kâşifler

Biyomorfik (yapısı canlıları andıran) kâşifler denen bu robotlar genellikle küçük boyutlarda yapılıyorlar. Çok küçük algılayıcılarla donatılıyorlar ve hayvanlarınkine yakın uyum ve hareket özellikleri taşıyorlar. Biyomorfik robotlar geliştirilirken, hayvanların doğada rahatça hareket etmelerini sağlayan mekanik tasarımları ve sinirsel işlevleri temel alınıyor. Bu konuda NASA'nın örnek aldığı canlılar; çekirgeler, köpekler, kırkayaklar, tohumlar ve bitkiler. NASA'da görevli olan bilim adamları canlıların hareketini sağlayan temel ilkelerden yararlanarak, bu canlıların çevre koşullarına tepkilerini örnek alan zeki robotlar geliştirmeyi amaçlıyorlar. Bu robotlar uzak, tehlikeli hatta ulaşması güç karasal alanlarda ve gezegenlerde iş görebilecek özelliklerde tasarlanıyor. Biyomorfik robotların tanı koymaları, en az düzeyde tıbbi tedavi yapabilmele-





planlanıyor. Biyomorfik kâşiflerin ucuz ve kolay üretilmelerinin, birkaç tanesinin birden aynı anda, aynı yerde iş görebilmesini ve hatta böcek kolonilerinde olduğu gibi aralarında bir işbölümünün olmasını sağlaması bekleniyor. Ayrıca bu biyomorfik kâşif kolonisinin merkezi denetimle kumanda edilmesi de olası görünüyor. Belki de ileride bu robotlar gelecekte Güneş sisteminin en uzak noktalarında dolaşabilecekler, Mars toprağını inceleyebilecekler, Europa'da yaşam olasılığını arayabilecekler ve hatta Jüpiter'in yakınındaki manyetik alanların haritasını çıkarabilecekler.

Gerçeğinden Daha İyi

Biyomorfik kâşiflerden söz edince akla ilk gelen soru, bu robotların canlıların tam birer kopyası olup olamayacağıdır. Kaliforniya Berkeley Üniversitesi'nde biyoloji profesörü olan Robert Full bu robotların bir canlının tam bir kopyası olmasının pek iyi bir fikir olmadığını söylüyor. Tek bir hayvanı ya da böceği tümüyle taklit etmenin, öteki türlerin işe yarar özelliklerini örnek almanın getireceği yararları yitirmek anlamına geleceğini düşünüyor. Robert Full, organizmaların hareketlerini

inceliyor. Üzerinde çalıştığı organizmalar iki, dört, altı, sekiz ve kırk dört bacaklılar. Full, türü ne olursa olsun canlıların hareketinin yay-kütle sistemi olarak bilinen aynı temel modelle sağlandığını düşünüyor. Bu yay-kütle sistemine göre, canlılar koştuklarında, bir yayın tepesinde duran bir topun hareketine benzer bir biçimde sıçırıyorlar. Full, üstelik, hiçbir ayrıcalık olmadan tüm canlıların bacaklarının aynı biçimde sıçradığını düşünüyor. Bunu daha iyi anlatabilmek için de şu örneği veriyor: "Bizim bir bacağımız, koşmakta olan bir köpeğin iki bacağı, bir böceğin üç bacağı ve sekiz bacaklı bir akrebin dört bacağı gibi çalışıyor." Full, ayrıca böcekler gibi yaygın vücutlu olmanın kendi kendini dengelemeyi sağlayan bir sistem olarak iş gördüğüne de dikkati çekiyor. Canlı, engeli bir yüzeyde koştuğu, düşmanı tarafından kovalandığı ya da bir rüzgârla savrulduğu sırada, vücutta yaygın konumda duran bacaklar yanlardaki hareketi toplayarak organizmanın kütle merkezini bacaklar üzerinde tutar. Full'a göre, iki bacağı üzerinde yürüyen insan çok iyi manevra yapabiliyor, ancak yeterince dengeli değil. Bu nedenden ötürü iki bacaklı bir robotun dik durabilmek için daha çok enerji tüketmesi gerekiyor. Böceklerse daha zor manevra yapabilmelerine karşın daha çok dengeliler. Ancak, Full böceklerin vücut dengesini kolaylıkla sağlayabilmelerinin vücutlarının tasarımı sayesinde başarılabildiğini de söylüyor. Full, bu görüşleri doğrultusunda Michigan

Üniversitesi'nden ve McGill Üniversitesi'nden bilim adamlarıyla işbirliği yaparak Robot Hexapod adını verdiği bir robot geliştirdi. Engeli yüzeylerde bile hızlı hareket edebilen bu robot altı bacaklı ve yaygın bir vücut durumuna sahip. Bir ayakkabı kutusu büyüklüğünde ve 7 kg ağırlığında olan Robot Hexapod'un plastikten yapılmış bacakları C biçiminde. Bu bacaklar, kendini dengeleme ve yeterince yaylanma özelliğine sahip. Bacaklar, kalça eklemleriyle vücuda tutunuyor ve 360 derece dönebiliyor. Onu engeli bir alanda yürürken görene kadar böceğe benzetmeniz olası değil; ancak böyle bir alanda yürürken saniyede 1 metre ilerleyebiliyor. Üstelik de gözleri ya da çevrede olanları hissedebilmesini sağlayacak sinir hücreleri yok.

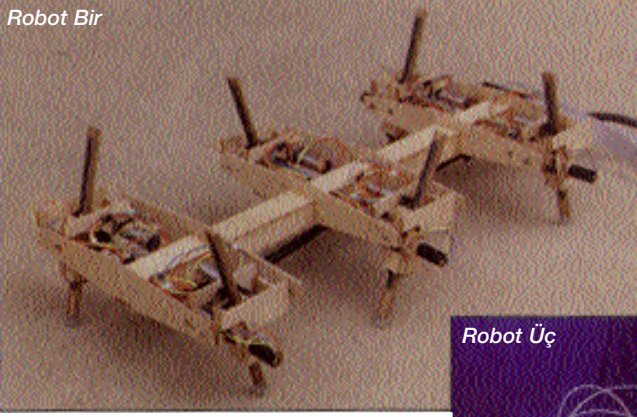
Istakoz ve Tonbalığından Öğrenilecekler

"Bir robotu hareket ettirebilmek kadar zor olan bir başka iş de, robota biyolojik bir organizmanın yapabileceği karmaşık davranışları yaptırabilmektir." Boston'daki Northeastern Üniversitesi'nden nörofizyolog Joseph Ayers böyle düşünüyor. Onun amacı da uzaktan algılayabilen, kendi kendini yönetebilen bir sualtı robotu yapmak. Ayers, istakoz biçimindeki robotun denetim sistemini geliştirmek için, hareket eden istakozların filmlerini çekmiş. Bu filmleri iyice inceleyerek istakozların 21 temel hareketini ve

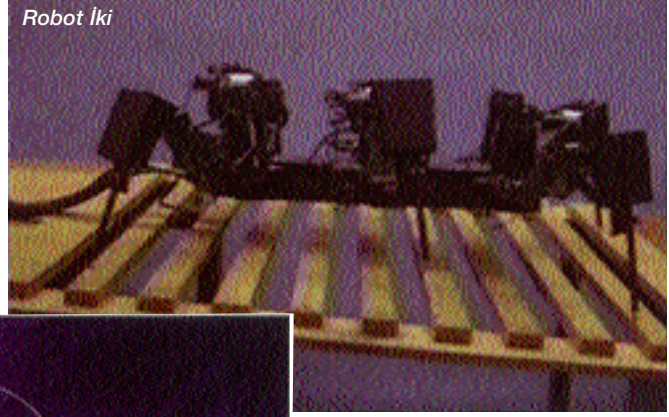


Istakoz robot (sol üstte) hem yürüyebiliyor hem de dönebiliyor. Tonbalığı robotunun (üstte) "kasları" onun gerçek bir balık gibi dönmesini sağlıyor. Robot Hexapod (sol altta) engeli bir arazide bile rahatlıkla ilerleyebiliyor.

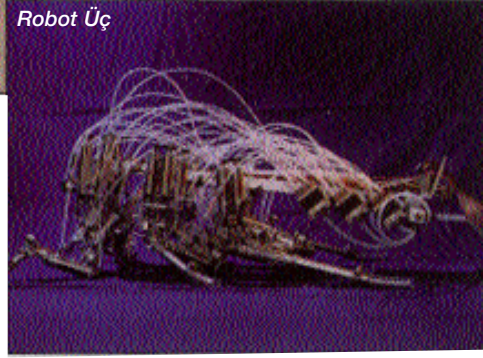
Robot Bir



Robot İki



Robot Üç



duruşunu robotun hareket komutlarına bağlayan bir matrise dönüştürmüş. Örneğin, sola dönüş hareketi, istakozun sağındaki dört bacağına ileri gitme komutu verirken, soldaki dört bacağına geri gitme komutu vererek sağlanıyor. Denetim sistemini geliştirmek için en kolay yönü belki de; çünkü robotun hareket etmesini sağlayacak motorları kullanmak daha da zormuş. Ayers, bu motorların yerine, "kas teli" kullanmayı tercih etmiş. Kas teli, bir akım gönderilerek ısıtıldığında kısılıyormuş ve gevşemesi için de yeniden soğutuluyormuş. Ayers'in çalışmaları hâlâ sürüyor. İstakoz robotun hareketleri yalnızca yürüyebilmek ve dönebilmek. Ayers, bu işte yolunun daha uzun olduğunu belirtirken, istakoz robotların geliştirilmeleri tamamlandıktan sonra deniz tabanındaki mayınları aramada kullanılabileceklerini düşünüyor.

Hayvanların nasıl hareket ettiklerini anlamak üzere yola çıkan bir başka bilim adamı da MIT'ten okyanus-bilimci ve mühendis olan Michael Triantafyllou. Balıkların hareketlerini inceleyen Triantafyllou, sualtı girdaplarını araştırmak üzere kullanılabilecek bir tonbalığı robotu geliştirdi. Tonbalıkları çok iyi uzak mesafe yüzücüleridir ve fiziksel yapıları çevrelerindeki kuvvetleri kolayca yönlendirebilecek biçimdedir. Üzerindeki çalışmalar henüz tamamlanmamış olan, bu 2 metre uzunluğundaki robot tonbalığı şu anda yalnızca içinde bulunduğu rüzgar tünellerinin sualtına uyarlanmış bir biçimi olan özel bir su tankında yüzebilecek durumda. Triantafyllou ve arkadaşları,

tonbalığının yüzerken kuyruk yüzgecini sağa sola sallamasının, itici güç oluşturan girdaplar oluşturmak için gereken enerji miktarını azaltmaktan başka, sürüklenmeyi ve türbülans önlemek üzere vücudunun çevresindeki akımı da denetim altında tuttuğunu bulmuşlar.

Bilimlerarası İşbirliği

Cleveland'daki Case Western Reserves Üniversitesi'nde üç ayrı robot geliştirilmiş. Adları, Robot Bir, Robot İki ve Robot Üç olan bu robotların her birinin altı bacağı var; tıpkı böceklerdeki gibi. Onları yapan makine mühendisi Roger Quinn, bu robotların, böcekler gittikçe daha çok benzediklerini söylüyor. Özellikle de çekirgeye olan benzerliklerinin arttığını düşünü-

yor. Robot Bir'in altı bacağı hemen vücudunun alt kısmından çıkıyor ve bunlar basit bir heksagon oluşturuyorlar. Robot İki'nin daha yaygın bir vücudu var ve çekirgelerinki gibi vücudun dışından çıkıyor. Robot Üç'ün bacaklarıysa bir çekirge gibi hareket etmesini sağlıyor. Robot Üç'ün küçük hareketli ön bacakları çevreyi araştırmaya ve kendine çeki düzen vermeye yarıyor. Ortada bulunan orta büyüklükteki bacaklar ve güçlü arka bacaklarsa, koşmaya ve sıçramaya yarıyor. İçlerinde en çok çekirgeye benzeyeni olan Robot Üç, 14 kg ağırlığında ve ekmek kutusu büyüklüğünde; ancak tıpkı bir çekirge gibi yürüyüp, koşup, sıçrayabiliyor. Robot Üç kendi başına hareket edemiyor. Ancak, Robert Quinn Robot Dört'ün güç kaynağının kendi üzerinde olacağını ve kampüste dolaşacağını belirtiyor.

Case Western Reserves Üniversitesi'nin bu robotları, yeryüzünde birçok laboratuvarında geliştirmeye çalışılan robotların yalnızca küçük bir bölümü. Robot yapımına savunma kuruluşları da çok destek veriyor. Bunlardan biri de ABD, İleri Savunma Araştırma Projeleri Kurumu ve Denizcilik Araştırmaları Bürosu. Her iki kuruluş da bu işe milyonlarca dolar yatırıyor. Bu yatırım, sonuç olarak pek çok bilim dalından bilim adamlarını işbirliği yapmaya yöneltiyor. Bu işbirliği de birçok önemli çalışmanın yapılmasıyla sonuçlanıyor.

Zuhal Özer

Kaynaklar
David, L., "Beastly Explorers", *New Scientist*, 9 Ocak 1999.
Taubes, G., "Biologists and Engineers Create a New Generation of Robots That Imitate Life", *Science*, 7 Nisan 2000.



Minik Antrenörler İş Başında

Yaz geldi; herkes tatil hazırlığında. Ama kimimizin mayosu biraz fazla mı geriliyor ne? Kimimizinse kiloyla pek sorunu yok ama hareketsiz okul, iş ya da ev yaşamından gevşemiş kasların biraz hale yola sokulması gerekiyor. Biliyoruz, çare elbette biraz hareket, spor. Ama duyuyoruz, okuyoruz: Bilinçsiz yapılan spor bir işe yaramıyor. Herkes yanında bir antrenörle koşamayacağına göre vaz mı geçelim? Hayır; Avrupa'da yayılmaya başlayan mekanik antrenörler sorunumuzu çözüyor.



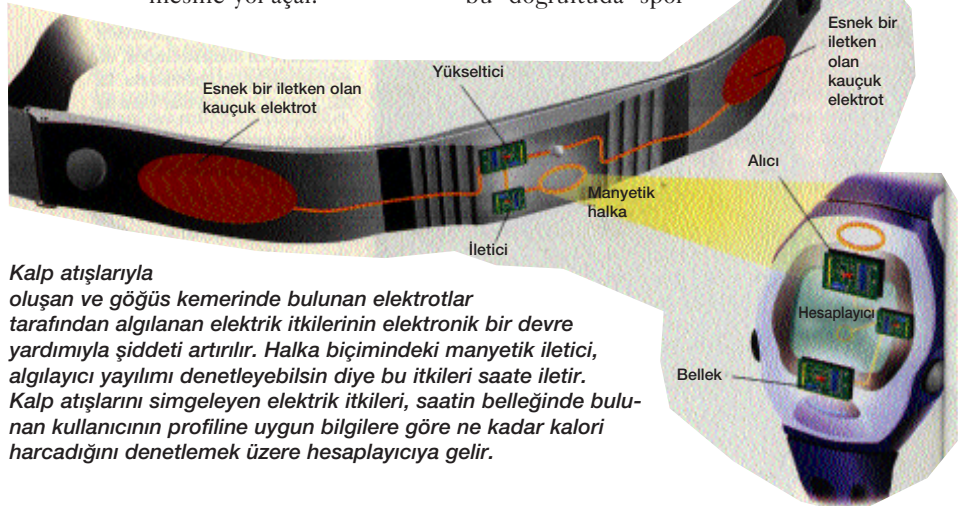
AVRUPA KOMİSYONU, tüketici davranışlarını ölçmek için yaptığı bir çalışmanın sonunda "Fiziksel Aktivite, Vücut Ağırlığı ve Sağlık" adlı bir rapor yayımladı. Çalışma, Avrupalı tüketicilerin sporun sağlık üzerindeki etkilerini bilmeleri durumunda spora ve spor malzemelerine olan ilgilerinin ne ölçüde değişeceğinin araştırılmasını amaçlıyor.

Bu ilginç araştırmanın sonuçlarına göre, Danimarkalı ve Finlandiyalı tüketiciler bu konuda oldukça esnek davranırken örneğin, Fransa'da özellikle "fitness" ürünleri diye bilinen spor malzemeleri satışı sabit kalmış. Bunun en önemli nedeni de insanların % 30'nun işlerinin yoğunluğundan spor yapmaya zaman bulamadıklarını düşünmeleri. Araştırmaya katılanların yalnızca % 5'i spor yapmak için çok yaşlı olduğunu düşünürken, % 75'i ciddi olarak spor yapmaya başlamayı düşünüyor. Gerçekte spor yapmayı düşünen insan oranının bu kadar yüksek olmasına şaşırılmamak gerek. Çünkü, her gün reklamlarda, filmlerde, gazete ve dergilerde zayıf ve atletik yapıları insanların mutluluğunun bir sosyal başarı gibi sunulmasına tanık oluyoruz. Bununla birlikte herkesin spor yapmak istemesinin altında farklı nedenler olabilir. Kimileri sağlıklı ve zinde kalmak, kimileri kilo vermek, kimileri de profesyonel olarak daha iyi derecelere elde etmek istiyor olabilir. Teknolojik yenilik de işte tam bu noktada imdadımıza yetişiyor. Artık kişiye özel bir antrenman

programı bulmak hiç de zor değil. Antrenman programı hazırlanırken, herkesin farklı bir metabolizmaya sahip olduğu düşünülerek yaş, ağırlık, cinsiyet ve genel fiziksel kondisyon herkes için ayrı ayrı dikkate alınmalı. Her spor yapan kişinin ayrı bir "güç harcama alanı" vardır ve organizma bu alana girildiğinde kendi şeker ve yağ deposundan yemeye başlar. Genel kanıya göre, organizma kısa süreli fiziksel güç harcamalarda yağdan çok şeker harcar. Ancak, küçük bir dayanıklılık testiyle bu eğilimin tam tersi olduğunun ortaya çıkarılması hiç de zor değil. Deneyde, 30 dakika hafif koşu (jogging) yapan biri yaklaşık 300 kilokalori harcarken, 45 dakika boyunca yürüyüş yaptığındaki ilk çeyrekte yağ deposundan 105 kilokalori ve ikinci çeyrekte ise 180 kilokalori harcıyor. Bu durumda, fiziksel çaba daha çok ve süre daha uzun tutulursa, organizma şeker deposundan yakmaya başlar. Bu da sportif verimliliğin düşmesine yol açar.

Bu noktada sporcunun antrenman türü çok önemlidir. Seçilen antrenman programı sporcunun olabildiğince çok yağ yakabilmesini sağlamalıdır. Böyle bir durumda herkesin aklına ilk gelen soru, en yüksek verimi alabilmek için fiziksel güç harcama miktarının nasıl belirleneceğidir. Uzmanlar bu konuda en etkili yöntemin kalp ritminin sürekli olarak izlenmesi olduğunu söylüyorlar. Bunun için uzun yıllar boyunca kalp ritmini ölçebilen ancak, sporcunun hareket serbestliğini kısıtlayan aletler kullanıldı. Aynı şey antrenmandan en fazla verim alınabilmesi için birtakım tıbbi bilgiler veren, ancak çok fazla sarsıntıya uğrayan cihazlar için de geçerli.

Profesyonel sporcular sık sık bu yöntemle başvururlar. Bunu yaparken de sürekli olarak birtakım tıbbi ölçümler yapabilen ve bu doğrultuda spor-

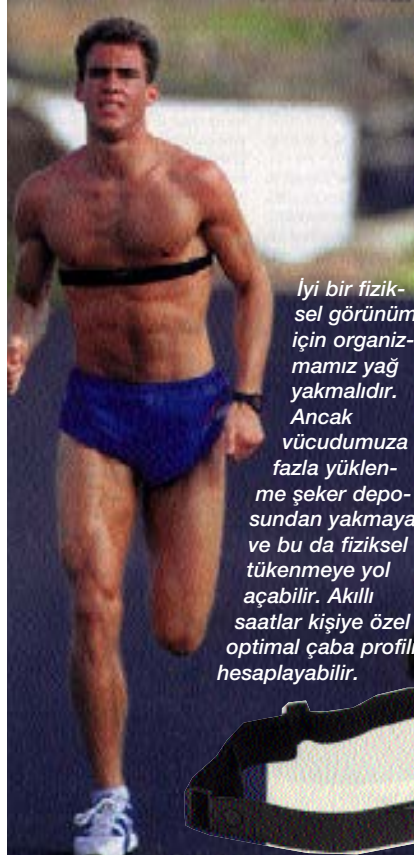


Kalp atışlarıyla oluşan ve göğüs kemiğinde bulunan elektrotlar tarafından algılanan elektrik itkilerinin elektronik bir devre yardımıyla şiddeti artırılır. Halka biçimindeki manyetik iletici, algılayıcı yayılımı denetleyebilsin diye bu itkileri saate iletir. Kalp atışlarını simgeleyen elektrik itkileri, saatin belleğinde bulunan kullanıcının profiline uygun bilgilere göre ne kadar kalori harcadığını denetlemek üzere hesaplayıcıya gelir.

cuyu yönlendirebilen bir antrenör kullanılır. Bugüne değin, kişisel bir antrenörün yokluğunda, sporcunun antrenmana en iyi biçimde uyum sağlaması her kapıyı açan bir anahtar sayılmazdı. Ama, malzemelerin çok küçük boyutlarda üretilmesine olanak tanıyan teknolojik ilerleme bu soruna da bir çözüm getirdi. Piyasaya sürülen ve bu konun uzmanı olan saatler son derece işlevsel. Bu saatler, spor yapan kişinin fiziksel potansiyelini belirleyip, bir antrenör gibi sporcuya kimi tavsiyelerde bulunarak onu yönlendirebiliyor. İçlerine mikro hesaplayıcılar yerleştirilen saatler, sahibinin fiziksel profili üzerindeki çalışma ve belleğindeki antrenman programları içinde en optimal güç harcamayı ayarlayabilecek olanı önerme olanağı sağlıyor. Bunun gerçekleşebilmesi için de saatin sahibinin fiziksel potansiyelinin iyi bir biçimde öngörülmüş olması gerekir. Tüm uygulamalardan önce, tıbbi bir test yapmak gerekiyor. Teste bir dizi soru ile başlanıyor. Kullanıcı ilk olarak boy, kilo, yaş, cinsiyet ve daha önceden spor yapıp yapmadığı verilerini saatin işlemcisine girmeli. Bu soru yanıt oyunu saatin üzerinde bulunan bir düğme yardımıyla gerçekleştiriliyor. Bu uygulama, saatin kalp ritmini sınavdığı ve sporcunun 4-5 dakika boyunca uzanmasının ardından yapılan 2-3 dakikalık bir başka testle sona erer. Bu süre boyunca saat, kalp ritmi frekansını kaydederken çarpıntılar üzerinde de çalışır. Testin sonunda saat bir not verir. Bu not, tüm bu ölçümlerin yapıldığı sporcunun fiziksel durumunu ortaya çıkarır.

Bu not bir bildiri olarak kabul edilirse, saatin hesaplayıcısı bir güç harcaması profili çıkarılması için kullanılabilir. Önce kalp ritmi bulunur, bu önemli bir değerdir çünkü, bunun altında kaldığında fiziksel performansın yeterince verim alınmaz. Hemen ardından, hesaplayıcı şeker ya da yağ yakma eğilimini belirler. Bu eşik değeri aşıldığında, organizma yağ yerine şeker yakmaya başlayacaktır. Bu iki kalp frekansı saatin ekranında görülebilir.

Bu iki sınır değerini oluşturduğu çatal belirlendikten sonra artık sporcu antrenman sırasında saati kullanmaya başlayabilir. Eşiğin altında kalan kalp ritminde saat, her kalp vuruşunda kısa "bip" sesi çıkararak uyarıda bulunur.



İyi bir fiziksel görünüm için organizmamız yağ yakmalıdır. Ancak vücudumuza fazla yüklenme şeker deposundan yakmaya ve bu da fiziksel tükenmeye yol açabilir. Akıllı saatlar kişiye özel optimal çaba profili hesaplayabilir.

Eşiğe erişildiğinde artık saatten ses gelmez olur. Eşik aşılsa bu defa da saatten uzun "bip" sesi duyulmaya başlanır. Spor yapıldığı tüm bu süre boyunca sporcunun, "bip" sesinin duyulmadığı aralıkta kalması yeterlidir. Ölçülen kalp ritminin sürekli olarak ekranda görünmesi sayesinde sporcu her iki eşiğe de ne kadar yakın olduğunu bilme olanağına sahip olacak. Bu saatlerin en büyük becerilerden biri de antrenman sonunda, harcanan toplam kaloriyi ve yakılan yağın yüzde değerini gösteren bir bilanço vermesi. Bu değer, aynı zamanda kilokalori cinsinden de elde edilebilir. Aslında bu veriler biraz cesaret kırıcı olabilir. Çünkü, 1 kg kaybedilmek için ortalama 7000 kilokalori harcamak gerekir. Ancak ne yazık ki 1 saat boyunca spor yaparak 700 kilokaloriden fazla harcayabilmek güçtür.

Saat tarafından gerçekleştirilen tüm hesaplamalar, kalp ritmi çizelgesine dayanıyor. Ciddi bir çalışma temeli oturtabilmek için bu çizelgenin tümüyle güvenilir olması şart. Bu sonuca ulaşabilmek için üretici firmalar, kullanıcının elektrokardiyamını veren göğüs kemerini geliştirdiler. Bu kemerde iletken kauçuktan yapılmış iki elektrot, göğüs kafesine yerleştirilir. Kalpten gelen zayıf elektrik itkileri, göğüs kafesinin üstüne yerleştirilen bir alette güçlendirilerek kablosuz manyetik bir halka sayesinde saate iletilir. Bu tür bir bağlantı çok kısa bir taşınım gerektirir. Bu da çok büyük bir üstünlük sağlar. Elektrotlar vücuda değer değmez ken-

diliğinden düzene girsin diye göğüs kafesinde şifreli bir manyetik alan vericisi taşınır. Elektrik besleyen lityum pil sayesinde saat 12 yıl boyunca kesintisiz çalışabilir. Böylece kullanıcının hiçbir ayarlama ya da düzeltme yapmasına da gerek kalmaz. Saatte bulunan minik alıcı, yayılımı yakalar, çözümler ve mikroskopik hesaplayıcısı kalp vuruşunu elektrik itkisi biçiminde algılar. Ekranda beliren minik bir kalp resmi gözlenerek, göğüs kafesi ile saat arasındaki iletimin kalitesi de izlenebilir. Saatin manyetik iletiminin ortaya çıkabilmesi için bu kalp biçimindeki ideogram kalp ritminde yanıp söner. Bu gösterge, elektrotlar yanlış konumdaysa ya da cilt çok kuruyorsa-elektrokardiyogram çizelgesinin düzgün çıkmaması durumunda önemlidir. Toplanan veriler artık oldukça yeterli sayılır. Antrenmana başlamadan önce bu bilgilerin doğruluğunun sınanması önemlidir.

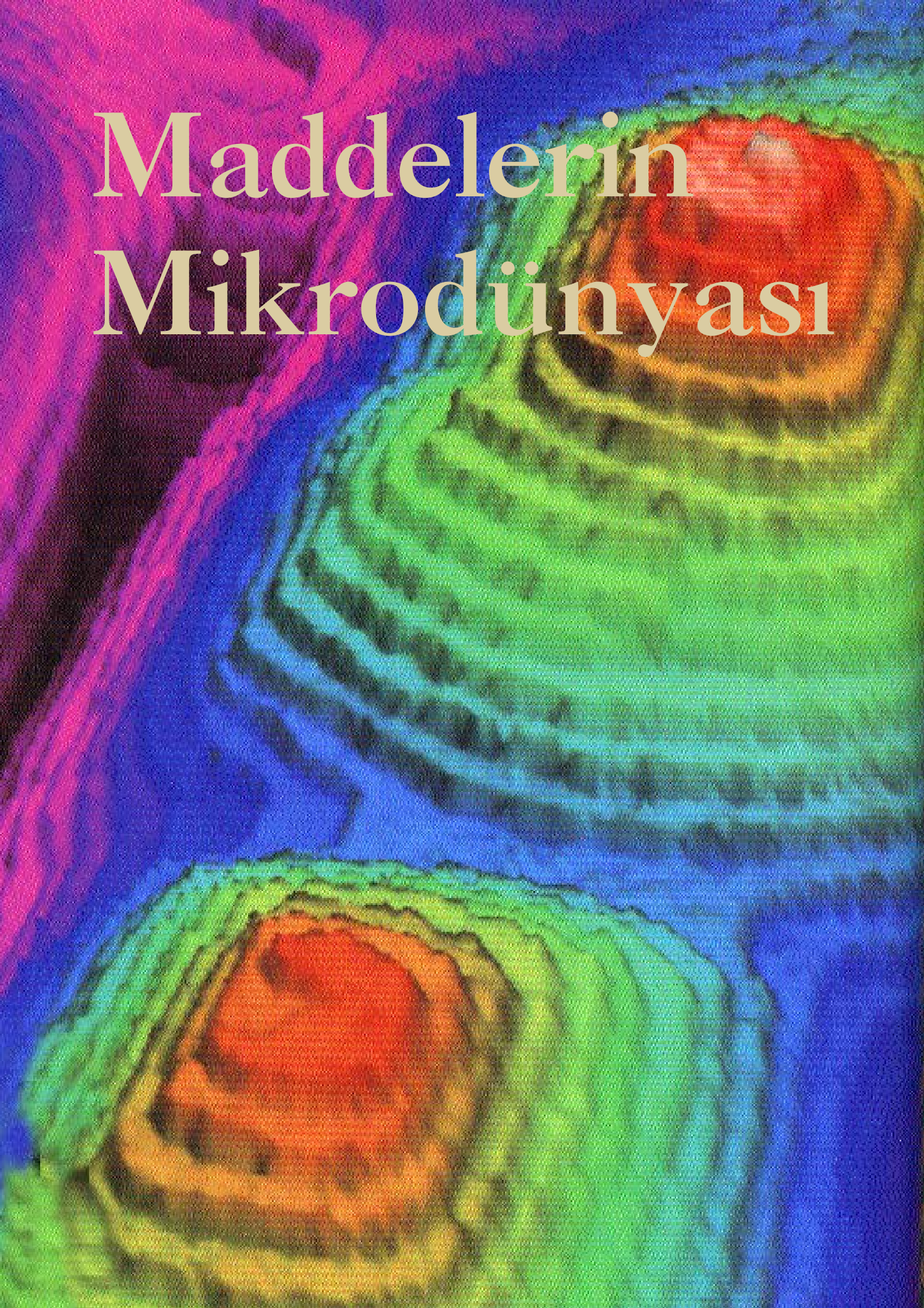
Sonunda, saat tüm olası hareketleri belleğine yerleştirir hale gelir. Program haftalık ya da aylık olarak düzenlenebilir. Doğru düğmelere basılarak uygun program elde edilir. Ayrıca saatin hangi tür bilgileri içerdiğini ya da seçtiği programa nasıl yönelindiğini öğrenmek de olası. Bunlara ek olarak, saati iki kişi ortaklaşa olarak da kullanabilir. Saat her kullanımda ağırlık, boy, cinsiyet gibi parametrelerin yeniden girilmesini gerektirmeyecek bir belleğe sahiptir. Kuşkusuz, böyle bir alet ne yazık ki insanı spor yapmaya motive etmek için yeterli değil.

Buna karşılık, göstergeler cesaret verici ve bir hareketten en çok verimin alınabilmesi için insanın kendisini birtirmesinin gereksiz olduğunu gösteriyor olması da saatin bir avantajı sayılabilir. Ayrıca bu alet sayesinde herkes kendisine en uygun sporu seçebilir. Ama yine de içimizden kimilerinin çok iyi atletlere dönüşmesi için hâlâ biraz zaman gerekiyor. Yine de özellikle de tehlikeli olduğunu düşündüğümüz, güç harcamaktan çekindiğimiz kimi hareketlere yönelmek konusunda ilerleme kaydetmemize yardımcı olmaları açısından da bu aletlerin sağladığı yarar göz ardı etmemek gerekir.

Elif Yılmaz

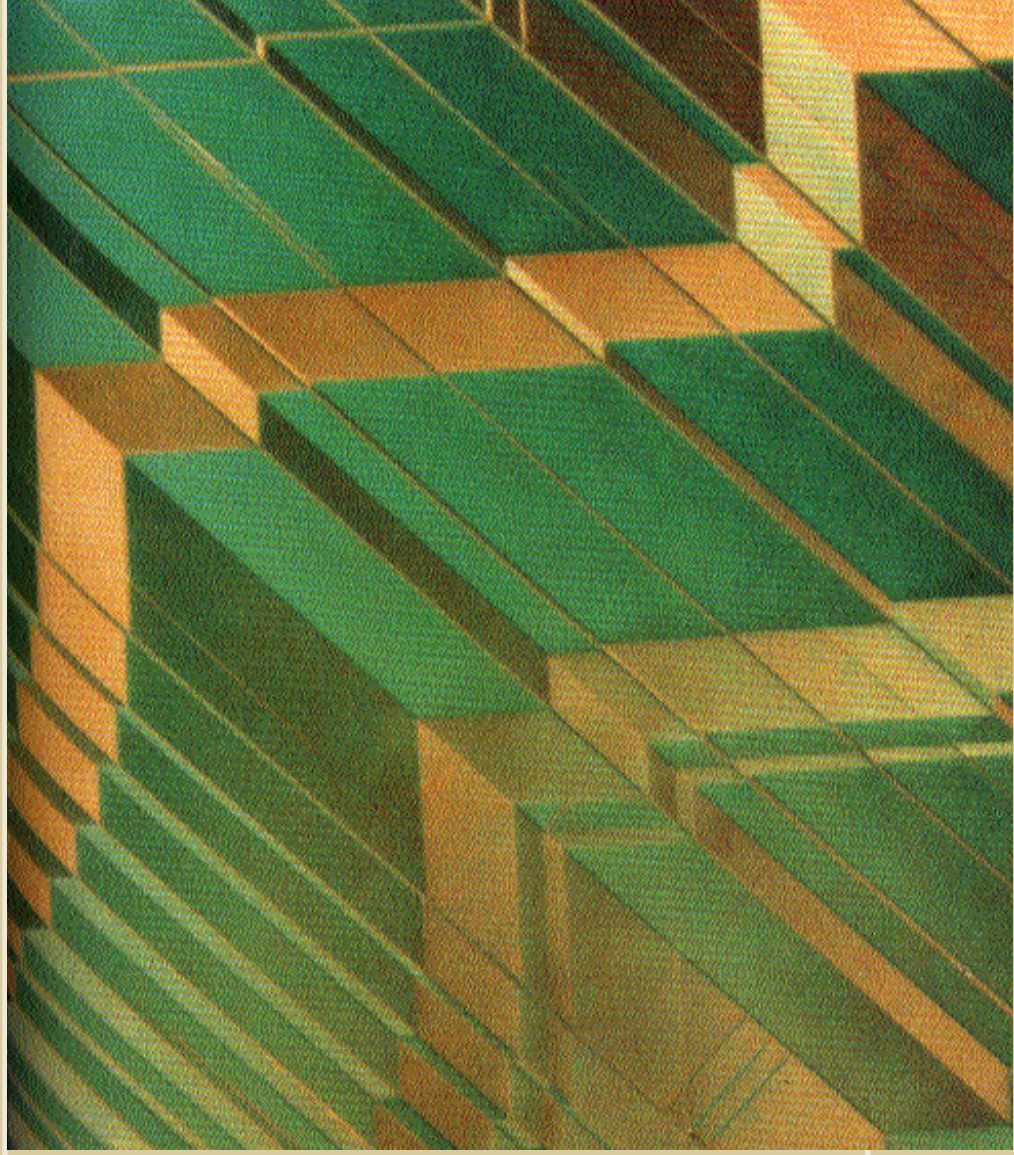
Kaynaklar
Penel, H.P. *Science & Vie*, Mart 2000
<http://www.polarusa.com>

Maddelerin Mikrodünyası



Malzeme bilimleri ve yoğun madde üzerine yapılan çalışmaların gündelik yaşamdaki uygulamaları neredeyse yaşamımızın bir parçası haline geldi. Bilim adamları, artık malzemelerin moleküler bağlarıyla oynayabiliyor, maddenin kristal yapısını neredeyse tümüyle değiştirebiliyorlar. Bunlar da yepyeni uygulama alanları ve teknolojilere kapı açıyor. Örneğin, daha ince ve sağlam plastik malzemeler tasarlamak, çeliğin yerine kullanılabilen ve çelikten çok daha hafif olan polimerler üretmek, standart ve görece kullanışsız yarı-iletkenler yerine yüksek kapasiteli transistörler inşa etmek, hatta bir toz zerreciğinden bile daha küçük lazerler üretmek, yalnızca bir çocuk oyuncağı. Fizikçiler, şimdilerde, atom ve moleküllerle oynayarak, kusursuz ve hassas katı maddeler oluşturmaya yoğunlaşmış durumdadır. Bunun sonucunda yeni kuşak "süperalaşımlar" elde etmeyi umuyorlar. Plazma spreyi adı verilen bazı teknikler yardımıyla, traş bıçaklarından yapay kalça

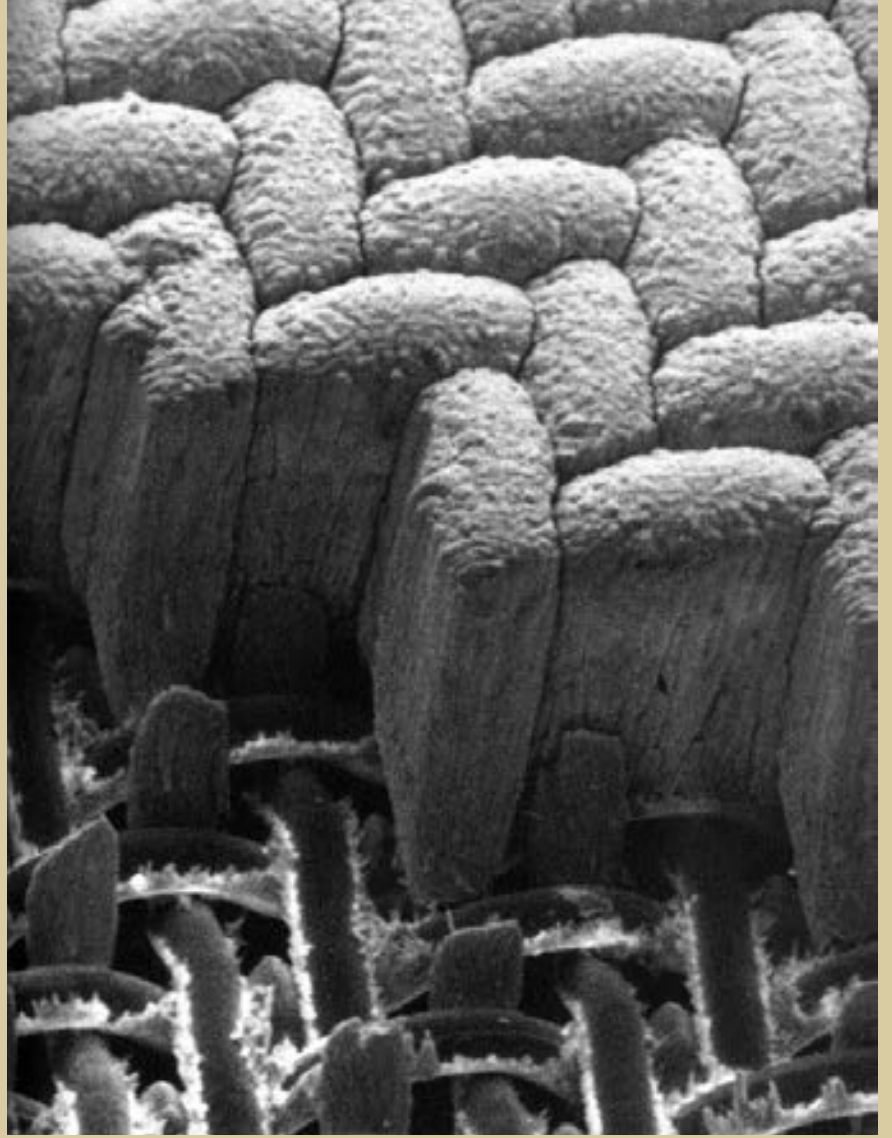
eklemlerine, askeri silahlardan uçakların dış yüzeylerine kadar, çok değişik alanlarda kullanılabilecek yeni kaplama malzemeleri tasarlanabiliyor. Benzer yöntemlerle, hassas bir şekilde kontrol edilebilen kusursuz malzemeler üretmek de mümkün görünüyor. Çünkü, son yıllardaki en önemli buluşlardan biri olan taramalı tünelleme mikroskopları ve bunların yeni kuşak benzerleri sayesinde, herhangi bir malzeme yüzeyindeki atomları tek tek hareket ettirmek hiç de zor değil. Bu çalışmaların bir diğer ayağıysa çok minik yapılar üretmek. Artık mikroteknoloji yerini yavaş yavaş nanoteknolojiye bırakıyor. Bu sayede de insan saçının yarısından bile daha ince küçük dişliler ya da başka mekanik aygıtlar ve görünemeyecek denli küçük kristaller üretilebiliyor. Örneğin, özel teknikler yardımıyla silindir şeklinde sıralanmış karbon atomlarının oluşturduğu nanotüpler yapılarak çok minik kablolar olarak kullanılabiliyor. Yoğun madde fiziğinin diğer önemli uygulamalarından biri, hiç kuşkusuz, dizüstü bilgisayarlarda ve düz ekranlı görüntüleyicilerde kullanılan sıvı kristaller. Sıvı kristaller, hem sıvı hem de kristal özellikleri birlikte taşıdıklarından bu ismi almışlar. Bu kristallerin en ilginç yanlarından birisi, tüm fiziksel özelliklerini değiştirmenin çok kolay olması. Böyle bir etkiyi başka malzemelerde, örneğin, süperiletkenlerde, polimerlerde ya da mıknatıslarda gözlemek için, bu malzemelerin moleküler düzeyde düzensiz yapıdan düzenli yapıya geçmelerini, diğer bir deyişle bir faz geçişini sağlamak gerekir. Zaten son yıllardaki en büyük araştırma konularından birisi de bu tür geçişleri diğer malzemeler için de sağlayabilmek. İşler yolunda giderse, yepyeni teknolojiler gündeme gelecek ve bu da belki yaşamımızı tümüyle değiştirecek.



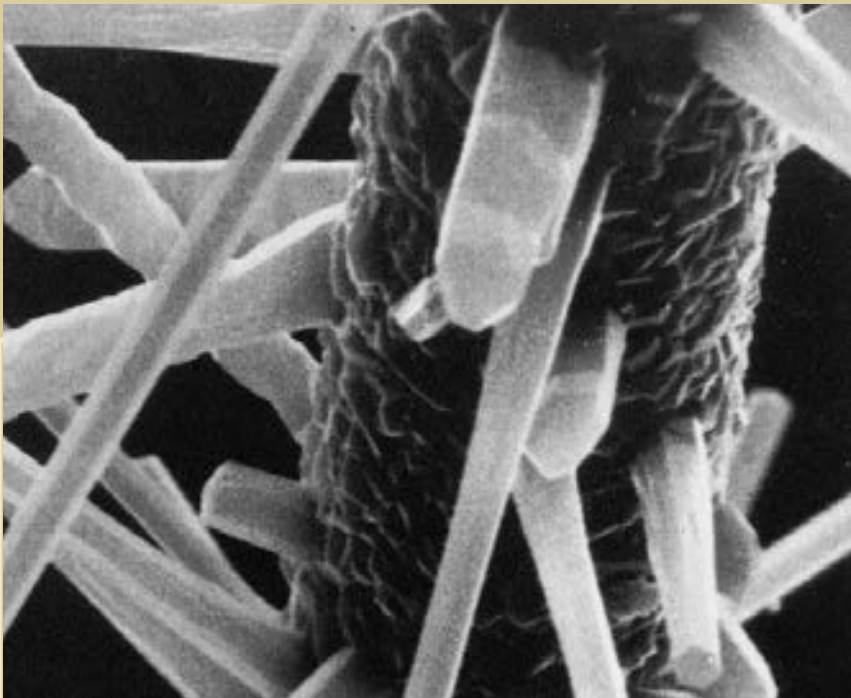
Bazı malzemeler her zaman beklenen özelliklere sahip olmazlar. Bir süperiletken seramik malzeme olan lantan-alüminatta bulunan atomik boşluklar buna bir örnektir. Bu malzeme aslında süperiletken filmler için mükemmel bir hammadde. Ancak, böyle kusursuz kristaller oluşturmak oldukça zor. Genellikle şekilde görüldüğü gibi merdiven benzeri kusurlar oluşuyor. Malzeme bilimcilerin en önemli uğraşlarından biri de bu tür kusurları giderecek yeni yollar bulmak.



Fizikçiler, 1955 yılında ilk sentetik elması üretmeyi başardılar. Bu işlem sırasında, elmasın doğal oluşumu için gerekli çok büyük basınç ve sıcaklık koşulları oluşturulmaya çalışıldı. Bunun için, karbon üzerine santimetre kareye milyarlarca kilogram ağırlık düşecek bir basınç ve 1370 °C'lik sıcaklık uyguladılar. Sonuç ise şekilde görüldüğü gibi 1 karatlık sentetik bir elmas.

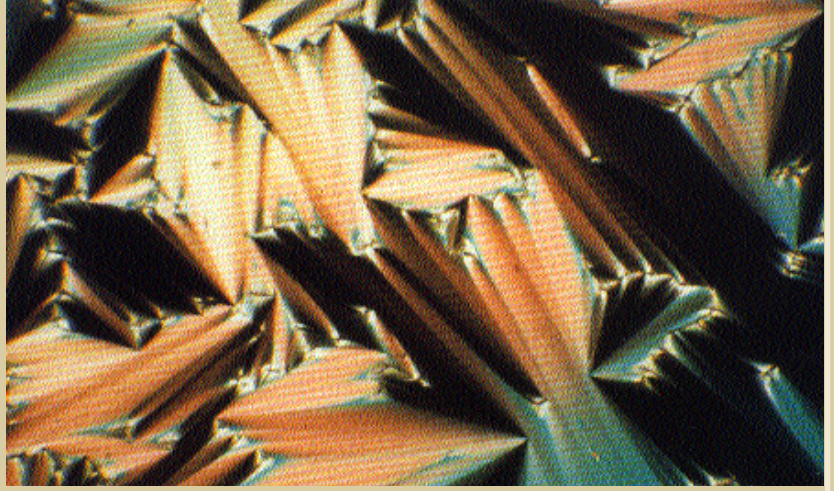


20. yüzyılda fizikçiler, molekülleri ve atomları mikroskopik ölçeklerde yeniden düzenlemek için değişik yöntemler aradılar. Bunlar arasında en başarılı olan yöntemde, bir yüzey üzerine yerleştirilen ince bir bileşik buğusu katmanı kullanılıyor. Şekilde, bu yöntemle elde edilmiş bir tülbent üzerindeki sezyum-iyodin kristalleri görülüyor. Bu malzemeler X-ışını görüntüleyicilerinde kullanılıyor.

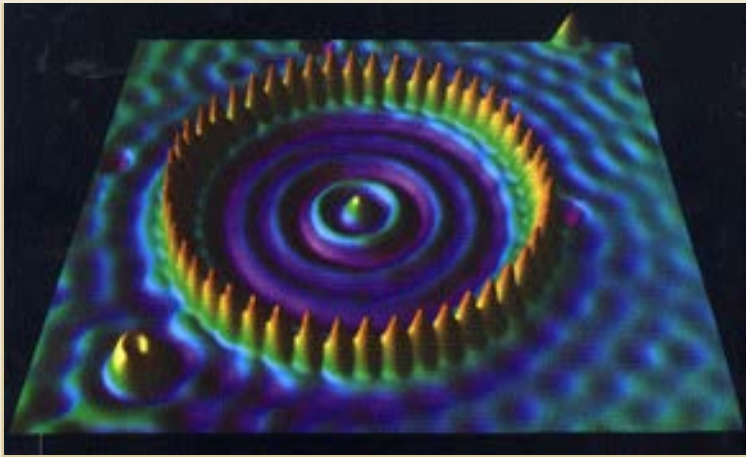


Malzeme bilimcilerin en önemli başarılarından biri, metallerin çoğu özelliklerini taşıyan, ancak metal olmayan malzemeler üretmeleri oldu. Bunlar, çok daha hafifler ve çok yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılar. Şekildeki taramalı elektron mikroskobu görüntüsünde, 1300 C dereceye kadar ısıtılıp azot gazına maruz bırakılmış kalın bir silikon lifi görülüyor. Bu çalışmalar aslında, daha dayanıklı seramik kompozit malzemeler üretmek için yapılan girişimlerin ilk adımları.

Sıvı kristaller, hesap makinelerinde, dijital saatlerde ve bilgisayar ekranlarında yaygın olarak kullanılan malzemeler. Şekilde, sıvı kristal oluşturacak biçimde düzenlenmiş moleküller grubu görülüyor. Bu malzemeler, çünkü bir katı kristal yapıya çok benzerlik gösterdikleri için kristal, molekülleri kendi etraflarında rahatça hareket edebildiği için de sıvıdırlar. Gösterdikleri kristal özellik sayesinde, moleküllerin dizilişine bağlı olarak üzerine gelen ışığı geçirir, bükür ya da geçmesini engellerler.

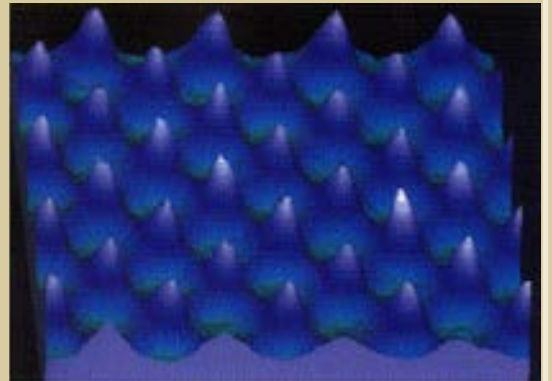


Fizikçiler, minik elektrik alanları uygulayarak sıvı kristallerin moleküler dizilişlerini değiştirebiliyorlar. Böylece, ışık kaynağına bağlı olarak sıvı kristaller saydam ya da ışık geçirmez olabiliyorlar. Sonuçta ortaya çıkan ışık desenindeki siyah benekler ekranda sayıları ve harfleri gösteriyor.



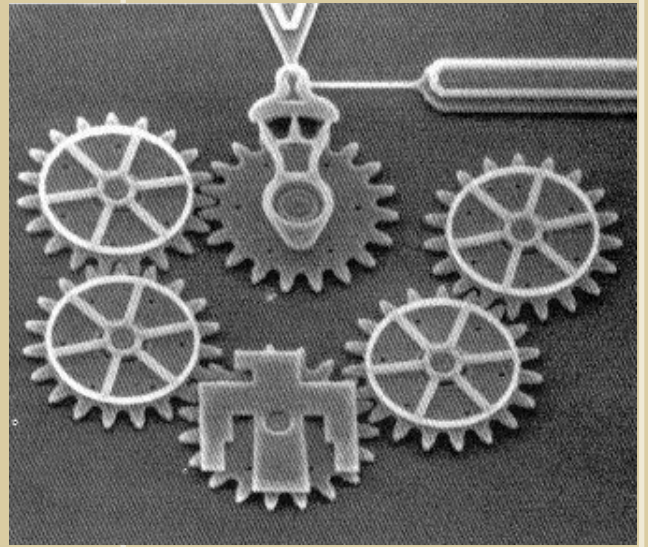
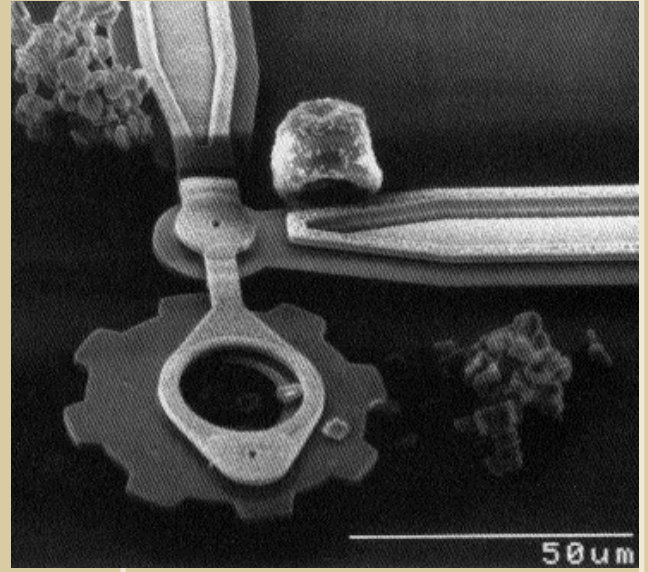
Şekilde, bir bakır kristalinin, yüzeyindeki 48 adet atomuyla tek tek oynanarak oluşturulmuş bir çember görülüyor. Çoğu metalde olduğu gibi, bakır kristalinin elektronları da dış atomlar arasında serbestçe hareket edebilirler. Bu hareketleri sırasında, elektronlar kristalin içine nüfuz etmezler. Bunun yerine, aynı bir pencere camından akan su tabakaları gibi yüzey boyunca hareket ederler. Bir engelle, örneğin demir atomlarının oluşturduğu bir çemberle, karşılaştıklarındaysa kısmen geri yansır. Demir atomları içinde kısırlanmış dalgalar girişime uğrayarak çember şekilli daire oluşturular, dışarıda kalanlara şekildeki gibi gamze benzeri yapılar gösterir.

Parçacıklar dalga benzeri özelliklere sahiptirler ve bu dalgalar atom ölçeğinde yapılar üretmekte kullanılabilir. Şekilde, Bir silikon kristali üzerine tek tek yerleştirilmiş krom atomları görülüyor. Krom atomları arasındaki boşlukları kontrol etmek için, silikon tabakası boyunca uygulanan bir lazer ışığı dalgası kullanılıyor. Şekildeki, piyano teli, ya da org borusu şeklindeki durağan dalgalar, değişik enerji düzeylerinde bulunuyorlar. Şekildeki her atom arasındaki boşluk bir metrenin 213 milyarda biri kadar.



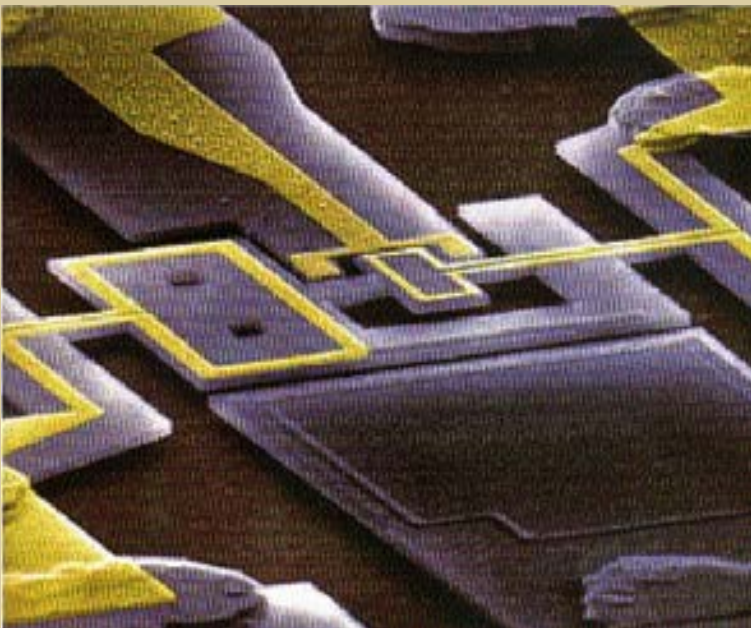


Şekilde, nematik olarak adlandırılan sıvı kristal formlarından biri görülmüyor. Bu özel sıvı kristal formunda, kristal moleküllerinin uzun eksenleri birbirlerine ya paralel ya da paralele çok yakın bir diziliş gösterirler. Şekilde, bir nematik sıvı kristalin oluşumu sırasındaki başlangıç evresi görülmüyor. Bu sıvı kristaller kol saatlerinde, hesap makinelerinde ve düz ekranlı panolarda kullanılıyor.



Mikro aygıtların boyutları artık bir metrenin milyarda biri (nanometre) ölçeklerine ulaştı. Dolayısıyla, bu tür yapıları üretmek için kullanılan teknolojiye "nanoteknoloji" adı veriliyor. Bilim adamları, özel bir bileşik katmanı üzerine çok hassas odaklama teknikleri kullanarak, yansıyan ışık desenlerinden minik şekiller oluşturabiliyorlar. Işık çarptığı yerde bileşiğin kimyasal özelliklerini değiştirir. Ardından katmanın ışığa maruz kalan bölgeleri ortaya çıkarmak için bir çözücüde banyo edilir. Foto-litografi adı verilen bu yöntem çok minik aygıtların parçalarını üretmekte kullanılıyor. Üstteki şekilde sağında bir polen zerreciği, sol üst ve sağ yanında kan hücreleri bulunan bir mikromakine görülmüyor. Şekildeki ölçek çubuğu 1 metrenin elli milyonda biri uzunluğunda, yani bir saç telinden çok daha ince.

Altındaki şekilde görülen dişliler sistemiye, bir otomobilin krank milindeki dişlilerden 100 kez daha hızlı dönebiliyor. Mikromakineler artık kan damarlarında ve diğer tıbbi süreçlerde yaygın olarak kullanılıyor.



Şekilde görülen aygıt, tek bir silikon kristali üzerine inşa edilmiş, küçük elektrik yüklerini sezebilen bir algılayıcı. Bu algılayıcının elektrodları altınla kaplanmış.

İlhami Buğdaycı

Kaynak: Suplee, C., Physics in 20th Century, New York, 1999

Elektrikli Uçaklar

Gök gürültüsüne benzer bir sesle irkilip başınızı göğe çevirdiğiniz çok olmuştur. Bu sesin nedeni gök gürültüsü değil de yakınlardan geçen bir uçaktır çoğu zaman. Özellikle geceleri, çevremizdeki seslerin sustuğu bir ortamda gece seferi yapan yolcu uçaklarının gürültüsü çok daha belirgin işitilir. Yolcu uçaklarının bu kadar gürültü çıkarmalarının nedeni, fosil yakıtlarla çalışan güçlü motorları. Uçaklarda bu motorların kullanılması sürdürüldükçe gece uykularımızdan daha çok uçaklar geçip gidecek. Bununla birlikte artık bu sorunun çözülebileceğine dair ipuçlarını görmek mümkün. Bilim adamlarının bir süredir bu sorunla ilgili bir proje üzerinde çalışıyor. Bu proje sorunu çözecek gibi görünüyor. Çözüm elektrikle çalışan motorlar kullanmaktan geçiyor. Bilim adamları böylece uçakların yalnızca sesiz değil, aynı zamanda çevreyi kirliletmeyen doğayla dost uçuşlar yapabileceğini de söylüyorlar.

NASA'ya bağlı mühendisler, elektrik enerjisiyle çalışan uçaklar konusunda yeni projeler üzerinde duruyorlar. Bu projeleri yakın gelecekte gerçekleştirilebilir buluyorlar hem de. Öne sürülen bu projeye göre yeni yolcu uçaklarının, başka bir deyişle elektro-jumboların görünümleri bugün kullanmakta olduğumuz yolcu uçaklarından pek de farklı olmayacak. Metrelerce büyüklükteki türbinler, havayı emecek ve hızlandırarak dışarı atacaklar. Ama bu sefer uçağı hareket ettiren güç türbinlerden değil, güçlü elektrik motorlarından gelecek. Bu aşamada karşılaşılabilecek bir soruna değiniyor uzmanlar: Böylesine büyük bir elektrik enerjisini ne sağlayabilir? Uçağın elektrik motorları böyle bir gücü nasıl sağlayabilir? Herhalde akümülatörlerle değil. Akümülatörler bu iş için çok ağır olacaktır. Gerekli enerjiyi üretecek bir akünün çok ağır olması yalnızca uçaklar için değil, diğer taşıtlar için

de söz konusu. Sözelimi bugüne değin istenen ölçüde, normal bir otomobil kadar pratik çalışan elektrikli bir otomobil yapılamadı. Bunun birçok nedeni var. Bununla birlikte en büyük nedenlerden biri yine akümülatörlerdir. Aküler aracın hareket edebilmesi için gerekli elektriği üretecek boyut-



larda yapıldığında o kadar ağırlaşıyor ki, bunlara araçta yer ver olanaksız duruma gelmektedir.

Akülerin elektrikli araçlar yapmadaki umut kırıcı durumlarına karşın bu düşünce geçerliliğini yitirmiyor. Elektrikle çalışan otomobiller üretme düşüncesinin adındaki bazı firmalar gelecek için umutlandırıcı bir seçenek geliştirdiler: Yakıt hücreleri. NASA'daki mühendisler, bu yeni seçeneğin yalnızca otomobillerde değil, uçaklarda da kullanılabileceğini söylüyorlar. Bu seçenek gerçekleşirse uçakların geleceğini ciddi anlamda etkileyebilir.

Yakıt hücreleri bugün için sıklıkla kullanılsa bile yeni bir buluş sayılmaz. İlk yakıt hücresinin 1839 yılında İngiltere'de Sir William Grove tarafından yapıldığı biliniyor. 1894 yılında da başka bir bilim adamı yakıt hücrelerinin temel ilkelerini ortaya koymuştu. Bu bilim adamı, termodinamiğin üçüncü yasasını bulan ve sonradan Nobel ödülü kazanacak Walther Hermann Nernst'di. Nernst yakıt hücrelerinin

doğrudan elektrik akımı sağlayabileceği düşüncesini ortaya atmıştı.

Fosil yakıtlar kullanarak elde edilen ısıyla elektrik üretecek bir jeneratörün türbinleri çalıştırıldığında enerjinin bir kısmının kaybolduğu görülür. Bundan kaçınmak için ortaya atılan yakıt hücreleri düşüncesine göreyse randımanı daha yüksek hale getirmek için Nernst'in or-

taya attığı gibi yakıtlar doğrudan elektrik akımına çevrilebilmelidir. Aslında bir yakıt hücresinde yapılan işlem de budur.

Yakıt hücrelerinin yapıları bir ölçüde akümülatörlere benziyor. Ancak kimyasal maddenin elektrik akımına dönüşmesi farklı bir sürecin sonucunda oluyor. Sıvı hidrojen, platin kaplı bir elektrot aracılığıyla proton ve elektronlarına ayrılıyor ve protonları tutuluyor. Aynı anda ikinci bir elektrot da oksijenin elektronlarını tutuyor. İki elektrot farklı yüklü parçacıklara sahip olduklarından aralarında gerilim meydana geliyor. Bu yolla ortaya çıkan enerji, doğrudan kullanılabilir. Böylece, motorlar ya da diğer elektrikli araçlar işletilebiliyor.

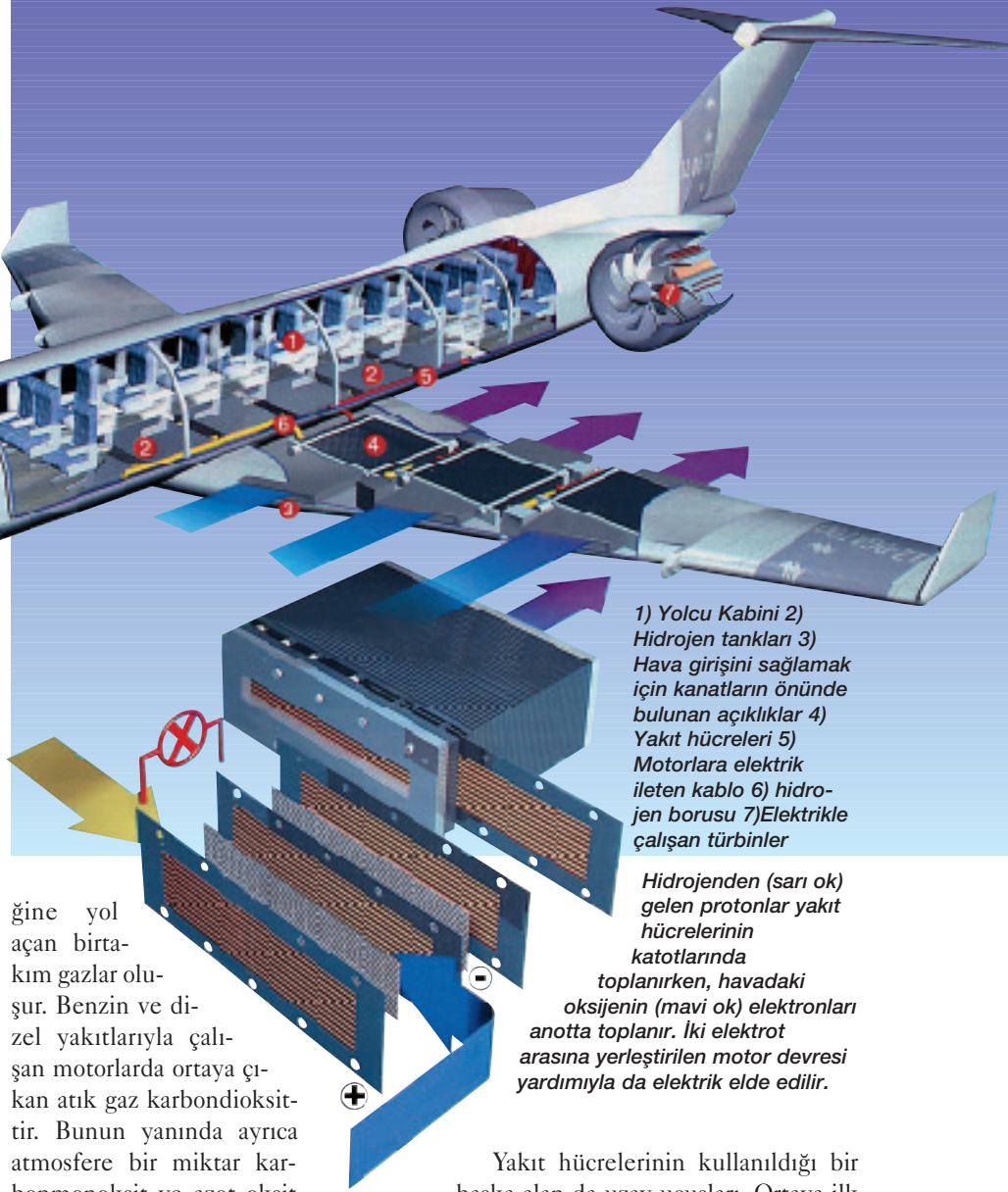
Yakıt hücrelerinin avantajları oldukça doyurucu görünüyor. Oldukça yüksek bir randımanla çalışabiliyor yakıt hücreleri; bunu oranı % 70 civarında. Bunun yanında yakıt hücrelerinin hareketli hiçbir parçaya sahip olmaması onların üstünlüklerinden biri olarak görülüyor. Yakıt hücrelerinin en büyük üstünlüğüyse çevre dostu olmaları. Normal motorların aksine son derece sessiz çalışmalarının yanı sıra atmosfere atık gaz da bırakmıyorlar. Normal bir taşıtın motorunda fosil yakıtların yanmasıyla atık madde olarak hava kirlili-

ğine yol açan birtakım gazlar oluşur. Benzin ve dizel yakıtlarıyla çalışan motorlarda ortaya çıkan atık gaz karbondioksittir. Bunun yanında ayrıca atmosfere bir miktar karbonmonoksit ve azot oksitleri de salınır. Oysa hidrojen kullanarak çalıştırılan yakıt hücrelerinde ortaya çıkan yan ürün yalnızca su buharı.

Yakıt hücrelerinin bugüne değin kullanıldığı alanlardan biri de denizcilik aslında. Konvansiyonel (nükleer olmayan) denizaltılarda sessiz dalış ya da dipte sessizce yol almak amacıyla kullanılıyor halen.



- 1) Oksijen tankları
- 2) Elektrikle çalışan motor
- 3) Dizel motoru
- 4) Yakıt hücreleri
- 5) Hidrojen deposu



- 1) Yolcu Kabini
- 2) Hidrojen tankları
- 3) Hava girişini sağlayan için kanatların önünde bulunan açıklıklar
- 4) Yakıt hücreleri
- 5) Motorlara elektrik ileten kablo
- 6) hidrojen borusu
- 7) Elektrikle çalışan türbinler

Hidrojen (sarı ok) gelen protonlar yakıt hücrelerinin katotlarında toplanırken, havadaki oksijen (mavi ok) elektronları anotta toplanır. İki elektrot arasına yerleştirilen motor devresi yardımıyla da elektrik elde edilir.

Yakıt hücrelerinin kullanıldığı bir başka alan da uzay uçuşları. Ortaya ilk atılmalarından sonra yüz yılın üzerinde bir süre yakıt hücreleri kullanılabilir bir enerji kaynağı olarak görülmemişlerdi. 1950'li yıllara gelindiğindeyse bu düşünce uzay uçuşlarında kullanılabilir bir kaynak olarak NASA'nın ilgisini çekmeye başladı. O yıllarda uzay araçlarında kullanılacak elektrik için güneş panelleri, akümülatörler ya da nükleer güç kullanılması da gündemdedeydi. Ancak bu üç seçeneğin de bazı olumsuz yanları vardı. Güneş enerjisi panelleri pahalıydı ve istenen randımanda enerji üretilmiyorlardı. Aküler hem oldukça ağırdı hem de ömürleri de oldukça sınırlıydı. Nükleer enerji yoluyla elektrik üretmekse araç mürettebatı için zararlı görülüyordu. Bu koşullar içinde yakıt hücrelerinin gündeme gelmesine şaşırılmamak gerek. Bir süre sonra bunların, uzay ortamı için ideal enerji kaynakları olduğu görülecekti. Yakıt hücreleri, bu performansları nedeniyle Gemini, Apollo gibi insan-

lı uzay uçuşu programlarında uzay araçlarının enerji gereksinimlerini karşıladı. Bugün uzay mekikleri de yakıt hücrelerinden aldıkları enerjiyle besleniyorlar. 12 kW'lık yakıt hücreleri mekiklerin elektrik gereksinimlerini karşılıyor.

Yakıt pillerinden elektrik enerjisi elde etme yöntemi, gündelik yaşamda kullanım için hâlâ çok pahalı. Bununla birlikte otomobil endüstrisindeki birçok firma bu sorunun çözümü için çalışıyor. Yakıt hücrelerinin nasıl daha basit, daha ucuz ve daha küçük yapabiliriz? Birçok bilim adamı ve mühendis kendilerine bu soruyu soruyor. Bu çalışmalarının ileride başarıya ulaşacağını ipuçları daha bugünden görülmeye başladı bile. Sözgelimi Daimler-Chrysler firması kısa süre önce NECAR 4 adını verdiği aracı dünyaya tanıttı. NECAR, aslında 1990'ların başlarında başlatılan bir projenin ortak adı. New Electric Car (Yeni Elektrikli Otomobil) sözcüklerinin kısaltması olan ilk NECAR otomobili 1994 yılının Mayıs ayında üretilmişti. Bu otomobilin üreticisi Daimler-Benz şirketi yakıt hücreleriyle üretmeyi tasarladığı araçlar için bir de takvim duyurmuştu. Buna göre şirket 2005 yılında yakıt hücrelerinden elde edilecek elektrikle çalışacak 100 000 araç yapmayı planlıyordu. 1994 yılında üretilen NECAR 1, iki kişiyi taşıyabiliyordu. Aracın menziliyse 130 km'yd. İki yıl sonra şirket bu kez NECAR 2 adını verdiği aracı dünyaya tanıttı. NECAR 2 birçok bakımdan ilk modelden daha gelişmişti. Altı yolcu taşıyabiliyordu ve saatte 90 km hıza ulaşabiliyordu. NECAR 2'nin menzili geliştirilmiş, 250 km'ye çıkarılmıştı. NECAR serisinin üçüncü otomobili 1997 yılının Eylül ayında halka tanıtıldı. Aracın kendinden önceki modellere göre bir farkı vardı. Yakıt olarak hidrojen yerine metanol kullanıyordu. Metanoldeki hidrojen otomobilin

**Elektrikli planör
Antares**

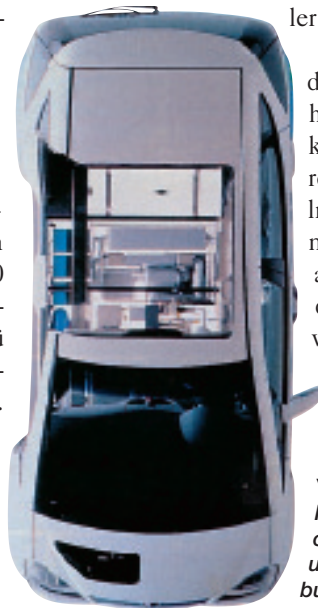


seyri sırasında ayrıştırılıp yakıt pillerine veriliyordu.

Yakıt hücrelerinde hidrojenin yanı sıra metanol, etanol, doğalgaz gibi maddeler de kullanılabilir. Bu yakıtlar benzin ya da mazot kadar çok olmasa da atık madde olarak zehirli ya da sera etkisine yol açan gazlar yayabiliyorlar. Bu anlamda hiçbiri hidrojenin çevre dostu niteliğine tam olarak sahip olamıyor. Bunun yanında hidrojenin sağladığı enerji verimine de ulaşamıyorlar. Öte yandan metanolün sahip olduğu üstünlükler de var. Metanol benzin gibi oda sıcaklığında sıvı bir madde. Hidrojenin depolanması için sıvı hale getirilmesi ve termos benzeri depolarda saklanması gerektiği hatırlanırsa metanolün ne denli üstün yanları olduğu anlaşılabilir. Taşıtlarda metanol için gereken yakıt deposu hidrojeninkinden çok daha küçük ve hafif olacaktır. Bunun yanında gelecekte metanolle çalışan araçlar fosil yakıtlarla çalışan araçların yerini alırsa benzin istasyonlarında da büyük değişiklikler yapma gereği olmayacak.

Yakıt olarak önceki modellerden farklı olarak hidrojen yerine metanol kullanan NECAR 3, 40 litre metanolle 400 km uzaklığa erişebiliyordu. Diğer modellerde olduğu gibi bu aracın egzoz borusundan da dışarı su buharı çıkıyor ve oldukça sessiz ilerliyordu. 1999 yılının Mart ayında dünyaya duyurulan NECAR 4, ilk iki

**Yakıt hücreleriyle çalışan
NECAR serisi
otomobiller gelecek için
umut veriyor. NECAR 4,
bunların en gelişmiş.**

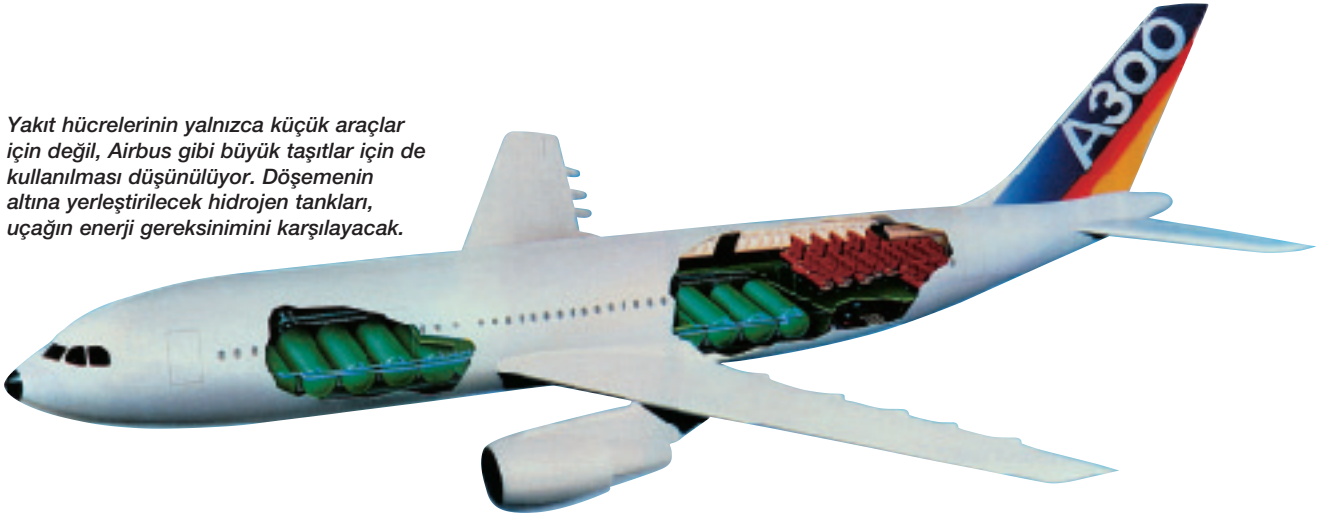


modelde olduğu gibi hidrojenle çalışan yakıt hücresi kullanıyordu. 55 kW'lık bir motora sahip olan NECAR 4, saatte 145 km hıza çıkabildiğini gösterdi. Aracın menziliyse öncekilerden daha ötelere, 450 km uzağa uzanıyor. NECAR 4 bugüne dek elektrikle çalışan otomobiller arasında en iyi özelliklere sahip olan araç. Bu da uzmanları umutlandırıyor. 2005 yılında üretilmesi planlanan ve gelecekte daha yaygın kullanılması beklenen araçların kısa sürede benimseneceğini söylüyorlar.

Yakıt hücreleriyle çalışan araçların araştırma geliştirme projelerine çok yüksek bütçeler ayrılıyor. Uzmanlar yakıt hücrelerinden sağlanan elektrikle çalışacak otomobillerin gündelik yaşama girmesinin ardından hızla yaygınlık kazanacağını düşünüyorlar. Bu aşamadan sonra beklenirse, yakıt hücreleriyle çalışan uçakların kullanılmaya başlaması. Aslında otomobillerin ardından gelecek elektrikle çalışan uçaklar tarihin tekrarı olarak görülebilir. Geçtiğimiz yüzyılın başlarında, içten yanmalı motorların otomobillerde kullanılmaya başlamasından kısa süre uçaklara da takılması günümüzde yaşananlara benzerlik gösteriyor. Uzmanlar benzer şekilde otomobillerin, bu yüzyılda da uçakların önünü açacak gelişmelerin kaynağı olacağı düşüncesini paylaşıyorlar.

İlk jet motorlu uçak 27 Ağustos 1939'da uçmuştu. Havacılıkta pervaneli uçakların egemen olduğu o yıllarda, Alman Heinkel firması tarafından üretilen He 178 modeli bir uçak, yeni geliştirilmiş bir motorun denemesini yapıyordu. Bu denemeyi 1941 yılında İngiltere'de gerçekleştirilen bir başka jet motorlu uçuş izledi. Bunun ardından gelişmeler peşpeşe geldi. Günümüzdeyse uçakların büyük çoğunluğunda jet motoru kullanılıyor. Uzmanlar şimdi şu soruyu soruyorlar kendilerine: Yakıt hücreleri aracılığıyla uçaklarda yeni bir devrim mi yaşanacak? Elektrikli motorlar jet motorlarının yarattığına benzer bir etki yaratabilecek mi? NASA mühendisleri buna neredeyse kesin gözüyle bakıyorlar. Bunun olması için de yakıt hücrelerini binlerce Megawatt güç üretebilecek seviyeye çıkarmak için çalışıyor-

Yakıt hücrelerinin yalnızca küçük araçlar için değil, Airbus gibi büyük taşıtlar için de kullanılması düşünülüyor. Döşemenin altına yerleştirilecek hidrojen tankları, uçağın enerji gereksinimini karşılayacak.



lar bugünlerde. Bu hedef gerçekleştirilmediğinde büyük bir yolcu uçağı, sözgeli mi bir Airbus A340 için gerekli enerji sağlanmış olacak. Bir Airbus A340'ın havalanabilmesi için 70 tonluk bir itiş gücü gerekiyor. Bunun için binlerce kW güce gereksinim var. Bu da bir otomobilin hareket etmesi için gerekenin çok üzerinde. Bu nedenle bu güçte bir elektrik motorunun hafif, aynı zamanda da ucuz olması da gerek.

NASA mühendisleri yakıt hücreleriyle çalışacak bir uçağın işleyişini çoktan tasarlamışlar. Buna göre yakıt hücreleri uçağın kanatlarına yerleştirilecek. Halen uçaklarda kullanılan ve kerosin depolanan büyük tankların yerini uçağın gövdesine yerleştirilecek ve çok daha küçük olacak hidrojen tankları alacak. Uçuş sırasında kanatların önündeki kapakçıkların kaldırılmasıyla hava kanatlardan içeri girecek. Havadaki oksijenin elektronları yakıt hücrelerinin anotlarında toplanırken hidrojen gelen protonlar da katotlarında toplanır. İki elektrot arasına yerleştirilen motor devresinden de elektrik akımı geçer. Hidrojenle elde edilecek protonla birlikte de elektrik akımı elde edilecek. Bu şekilde elde edilecek elektrik uçağın rahatlıkla uçuşmasını sağlayacak.

Bu projede elbette kimi zorluklar var. Sözgeli mi hidrojen, tanklara kerosin kadar kolay depolanamıyor. Hidrojen gaz halindeyken çok yer kapladığı için sıvı halde, -180° C'de tutulması gerekiyor. Hidrojeni sürekli bu ısıda tutmak için bulunduğu tankların tıpkı bir termos gibi çevreden yalıtılmış olması gerekiyor. Bu yapıda bir yakıt tankının da uçağın ağırlığını artıracak olması bir başka sıkıntı nedeni. Bu soruna önerilen çözüm tıpkı yakıt hücre-

leriyle çalışan otomobillerde olduğu gibi hidrojen yerine metanol kullanılması. Yakıt hücrelerinde hidrojen kadar verimli olmasa da, düşük ısı ve yalıtma gerektirmeyen metanol de oldukça kullanışlı. Metanol uçaklarda benzin ya da kerosin kadar kolay depolanabildiği için hidrojenle daha kullanışlı görünüyor. Metanol kullanan bir yakıt hücresiyle elde edilecek elektrik çalışacak bir uçakta yakıt tankları doğal olarak hidrojenli yakıt hücreleri kadar ağır olmayacak.

Aslında benzinle ya da kerosinle çalışan motorlar yerine hidrojen kullanılması çok da kolay olmayacak. Hidrojen kullanan yakıt hücrelerinin yaygınlaşması ve kullanımının pratikleşmesi için hidrojen üretiminin de artması ve ekonomikleşmesi gerekli. Benzin istasyonlarının yerini hidrojen istasyonlarının alması, dağıtımın yapılabilmesi için bir ağ kurulması için ciddi anlamda yapısal değişiklikler yaşanması gerekli. Bu da kısa sürede ucuz ve kolay bir iş olmayabilir. Günümüzde üretilen hidrojen miktarının böyle bir



Yakıt hücreleri uzunca süredir uzay uçuşlarında fosil yakıtların alternatifi.

projenin gereksinimlerini karşılayacak ölçüde olmadığı da açık.

Günümüzde gerek otomobillerde, gerekse uçaklarda olsun, yakıt hücreleri yoluyla elde edilecek elektrikle çalışan araçlar üzerinde gittikçe daha fazla durulduğunu söylemek mümkün. Bazı ülkeler küçük uçaklarda ya da helikopterlerde yakıt hücresiyle denemeler yapmaya, prototipler üretmeye başladı bile. NASA'nın elektrikle çalışan araçlar üzerinde ne kadar önemle durduğu biliniyor. Avusturya, Almanya gibi ülkeler de elektrikli uçaklar üzerinde projeler geliştiriyor. Avusturya'nın 25 yıldır sürdürdüğü elektrikli planör Brditschka HB 3 bunlardan biri. Uçağın pervaneli motoru bir akünün sağladığı elektrikle çalışıyor. Benzer bir elektrikli uçak projesi de Alman Antares projesi. 42 kW'lık bir motora sahip olan Antares, Metalhidrid akü yardımıyla 1800 metreye kadar tırmanabiliyor. Akülü motorları yardımıyla oldukça başarılı sonuçlar alan bu uçakların gelecekte yakıt hücresi ya da güneş paneli gibi yeni enerji kaynaklarıyla da donatılması düşünüyor.

Görüldüğü gibi başımızın üzerinden geçen gürültülü uçaklara veda etmemiz kısa sürede mümkün olmayacak. Ama yine de elektrikli taşıtlar için çok fazla beklememiz de gerekemeyecek gibi görünüyor. Özellikle yakıt hücrelerinden elde edilen elektrikle çalışacak taşıtların gelecekte yaygınlaşacağını ve fosil yakıtlı çalışan araçların yerini alacağını söylemek kehanet değildir artık.

Gökhan Tok

Kaynaklar:
Pletschacher, P., Bald sollen sogar Jumbos mit Strom fliegen, P.M.,
Mays 2000
http://www.cnn.com/news/enn-stories/1999/03/031899/necar4_2203.asp
<http://www.segelflug.de/firmen/lange.flugzeugbau/index.html>

Mucize Giysiler

Kiri, teri ve mikropları yok eden bir kumaşla ilgilenir misiniz bayım?

"Hey arkadaşım! Kahvene dikkat et. Ah. Üzgünüm ama o kahverengi leke çiçekli kravatında gerçekten çok kötü duruyor. Ne kadara aldın onu? 75 dolar? Ohh. Ceketin de güzelmış. Bükme yün mü? Hey büroya gelirken bütün yol boyunca koştun mu- yani gömleğinin üzerindeki çizgilere yayılan o koyu ter lekelerini görmezden gelemezsin. Ama eğer kollarını yanında tutarsan ve kravatının önünde bir dosya taşırsan kimse bir şey farketmeyecektir. Belki de öğle yemeğinden vazgeçip üzerini değiştirmek için bir koşu eve gidip gelebilirsin ve elbiseleri kuru temizlemeye bırakabilirsin. Öğle yemeği parasıyla da faturayı ödersin."

Bu dündü. Yarın, bu tür sıkıntılı ve pahalı kazalar tarih olacak; çünkü tekstil tasarımcıları, üzerine ne dökerseniz dökün yeni ve giyilebilir kalan kumaşlar geliştirmek için malzeme bilimcilerle ekip kuruyorlar. Bilindik pamuklular, yünüler ve polyesterler, kendilerini oluşturan atomlarla kendilerini onarıyorlar. Bundan sonra giysiler yalnızca bedeni süsleyip pasif bir biçimde dış etkenlerden korumayacak. Kumaşlar artık çevreye uyum sağlamaları ve koku, bakteri, sıcak, soğuk ve kir halkasına girebilmeleri için molekül molekül yetiştiriliyorlar.

Kravattaki şu lekeyi alın. Aslında lekeyi değil. Teflonlu bir kravat satın alın ve kir aksın gitsin. Du Pont'un ürettiği kaygan polimer de ceketlerde, t-shirt'lerde ve neredeyse giyilebilecek herşeyde kullanılmaya baş-



ladı. Bir zamanlar yanmış yağın kırtarma tavaşına yapışmamasını sağlayan şey, fiberleri koruması için değiştirildi. Sonuçta ortaya çıkan kumaşlar Hugo Boss ve Prada'nın vitrinlerinde moda dünyasındaki yerlerini de alıyorlar. Üstelik kuru temizleme faturalarını da yarıya indiriyorlar.

Daha ciddi bir sorun bedeninin kendisinin kumaşa verdiği hasar. Terleme, insanın sıcaklık değişimlerini ayarlamak için gerçekleştirdiği basit bir işlev. Tekstil mühendisleri, vücut sıcaklığını her zaman rahat tutan ve serbestçe terlemeye olanak sağlayan "değişken fazlı kumaşlar" adını verdikleri ürünler yaratmak için çalışıyorlar. 10 yıl önce geliştirilen balmumumsu bir bileşik, ısındığında katıdan sıvıya dönüşüyor ve daha sonra yavaşça bu ısıyı dışarı veriyor. Soğutulduğunda katıya dönüşüyor buzdan sıvıya, sıvıdan buza dönüşen su gibi. NA-



SA ve ABD Hava Kuvvetleri bu malzemeyi pilotların ellerini sıcak tutmak için eldivenlerde kullanmayı planladı; ama düşünce bütçe kesintilerinin kurbanı oldu. Colaradolu işadamları Bernie Perry ve Ed Payne, bileşiğin patent haklarını satın aldılar ve yıllar süren denemelerden sonra içine faz değiştiren balmumu kapsülleri yayılmış kumaşla kaplı dağcı botları ürettiler.

Outlast adıyla üretilen malzeme, ayağı 10 derece gibi rahat bir sıcaklıkta tutan çorap gibi şeylerde kullanıldı.

Daha gelişkin faz değiştiren kumaşlar da yolda. ABD Tarım Bakanlığı araştırmacılarından Tyron Vigo son 10 yılı

polietilen glikol denilen bir polimer geliştirmekle geçirdi. Vigo, "Polimer bir helise benziyor" diyor. "Halka şeklinde kıvrılıp açılıyor ve termal bir yay gibi davranıyor". Outlast kumaşı gibi, Vigo'nun değişken fazlı molekülleriyle doldurulan giysiler de giyeni sabit bir sıcaklıkta tutuyor. Ancak sıcaklık kontrolü sadece bir başlangıç. Vigo'nun becerikli malzemesi, giysilere ter bulaştığında işe yarayan başka hileler de uyguluyor. "Polietilen glikolda çok fazla hidrojen ve oksijen bulunuyor, bu yüzden suyu seviyor" diyor. Molekülün termal yayı, aşırı sıcakta terlemeyle karşılaştığında, örneğin çözülerek sıcağı hapsediyor ve suyu deriden uzaklaştırıyor. Eğer soğuk bir esinti olursa ve terleme durursa yay kıvrılarak sıcağı bırakıyor. Kumaş, sadece aşırı sıcak ve soğukta harekete geçip uygun bir sıcaklık sağlayacak biçimde ayarlanabilir.

Polietilen glikolü kumaşlara bağlamanın ucuz bir yolunu bulmak yıllar aldı. Ama artık şov zamanı. Wis-

consin Global Technologies'in başkanı Tom Lister, Vigo'nun madde üzerindeki patentini kiralar ve polimer kaplı kumaşların gelecek yıl içinde dükkân raflarında görüleceğini umuyor. Mucize moleküllü içeren giysilerin mezzetlerini sıralayan Lister'e göre "zehirli değil, mikroplara karşı etkili, kokuya neden olan bütün mikropları yok ediyor, antistatik, buruşmuyor ve çekmiyor". Moleküllerin esnekliği bütün kumaşları daha dayanıklı yapıyor ve kırışmaları önlerken, su çekme özelliği de statik yükleri yayıyor. Wisconsin Global Technologies'in yan şirketi Thermosense, faz değıştiren terlik ve eldivenler üretmeye başladı bile.

Helise benzeyen polietilen glikol moleküller tıp endüstrisi için de bir nimet olacak. Hâlâ tümüyle anlaşılma-yan nedenlerle mikroorganizmalar polimerli kumaşların üzerinde yaşamıyorlar. Belki su dostu moleküller giysiyi öylesine kurutuyor ki, bakteriler yaşamıyor; ya da daha büyük bir olasılıkla moleküller kumaş liflerini öyle değıştiriyorlar ki, üzerlerine bakteriler tutunamıyor. New York'ta Bayshore Holding'in başkanı John Artley'in umurunda değil; sadece bu özellikleri kullanmaktan memnun. Olası ürünler içinde enfeksiyonu önleyen sarğı bezleri ve doktorları mikroplardan koruyan fırçalar bulunuyor. "Yatak örtüleri, battaniyeler, çoraplar, yara bantları ve bebek bezleri yapmayı planlanlıyoruz" diyor Artley. ABD Gıda ve İlaç Kontrol Dairesi, ürünleri gözden geçiriyor.

Katil giysiler yapmanın birden fazla yolu var. Seattle'da HaloSource, yüzme havuzlarında klor dengesini sağlamak için kullanılan bileşikler N-ha-



Ölü insan derileriyle beslenen toz maytlarını yok eden kumaşlar da değıştiriliyor.

laminleri kumaş lifleriyle birleştiren bir işlem geliştirdi. N-halaminleri pamuğa tutturmak, klor atomlarına tutunacak bir dal sağlıyor ve böylece klor, tıpkı yüzme havuzunda olduğu gibi mikropları öldürüyor. Bu yıl, HaloSource'un geliştirdiği klorla işlenmiş çoraplar, pikeler, sarğı bezleri, tıbbi tulumlar ve hava filtreleri piyasayı sarsacak. Bir giysi etkisini yitirmeye başladığında, yeniden yüklenmesi için klorlu karışım içinde yıkanması yeterli.

Bu arada, İngiltere'nin

Bradford kentinde

Acordis Acrylic Fibers firması, yatakta bulunan böcekleri hedef alan bir kumaş geliştirdi. Normalde bir insan yatağını 2 milyon kadar toz ve ölü derileri yiyen mikroskobik hayvanlarla paylaşıyor. Acordis'in böcek bilimciler, kimyacılar ve malzeme bilimcilerden oluşan ekibi, akrilik kumaşlarda şaşırtıcı bir değışiklik yaptı. Toz maytlarını (akarca) öldürmek için öncelikle, araçları, yani akarcalar için ölü insan deri tabakalarını parçala-

yan Aspergillus adlı mantarları yok etmeleri gerekiyordu. Şirket, akrilik liflerin, mantarların üremesini durduran bir kimyasal maddeyi emmelerini sağladı. Mantarlar olmadan akarcalar sonunda açlıktan ölecekti.

Kumaşları atom atom biraraya getiren araçlardan, çok daha ileri mühendislik giysileri bile çıkacak. Bu tip nanoteknoloji fabrikaları kumaşların yapılış şeklini tamamen değıştirebilir. Bundan sonra artık dev fabrikaların bir gün içinde yüzlerce ton pamuğu işlemesi gerekmeyecek. "Onun yeri-

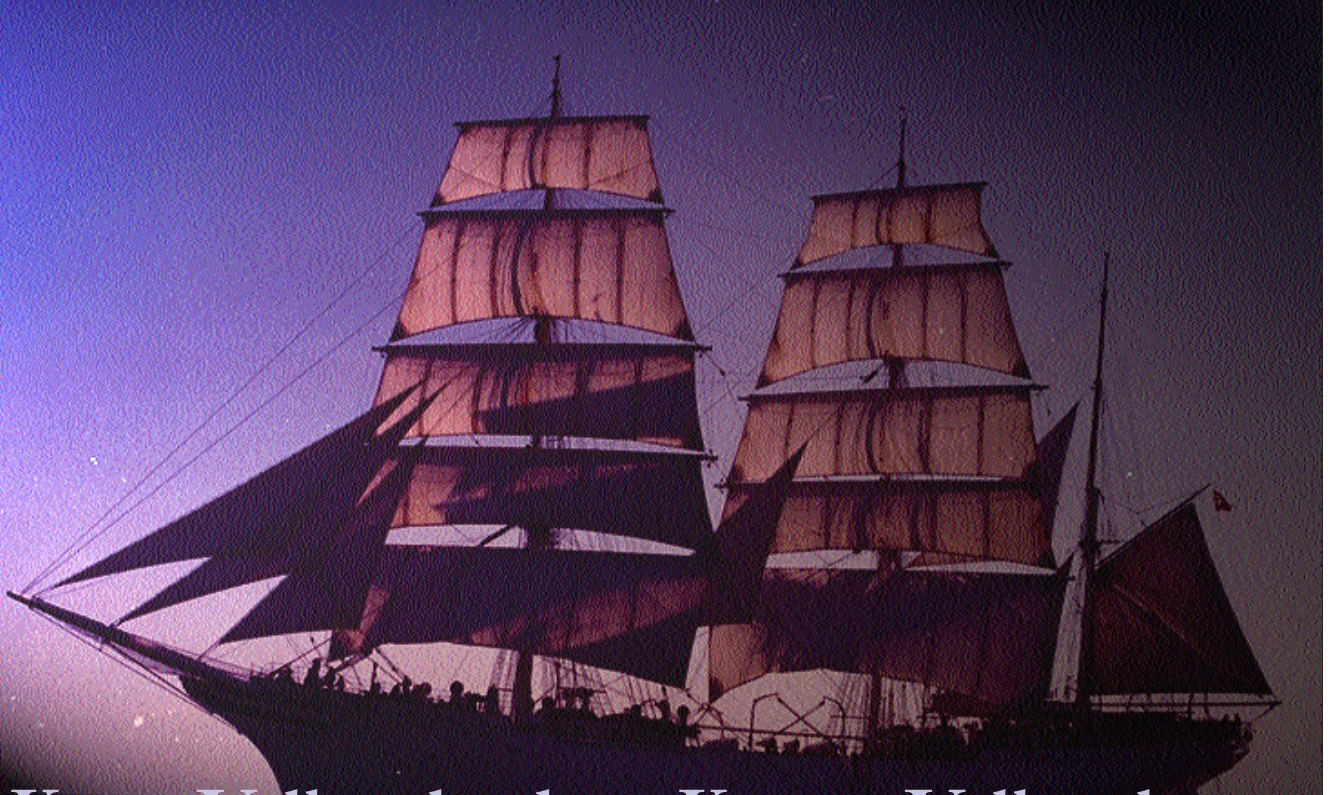
ne", diyor Molecular Manufacturing Enstitüsü'nün başkanı malzeme mühendisi David Forrest, "nanofabrikalar, bilindik kumaşları fotokopi makinesi büyüklüğünde mekanizmalardan çıkaracaklar.

Azot, karbon ve hidrojen gibi ham maddeler, elementleri yeniden düzenleyip moleküllerin yörüngelerini kontrol edecek masaüstü mekanizmalara yerleştirilecek".

Forrest'in kafasında başka ne var? Kesik ve yırtıkların yerini belirleyecek algılayıcıları olan ve bunların, en başta kumaşın yapılmasında kullanılan aynı atomik elişyle onarılmasını yönetecek mikroskopik robot ekibini alarma geçiren giysiler. Liflerdeki elektro-mekanik olarak kontrol edilen moleküller bir düğmeye dokunmakla bir kumaşın şeklini değıştirebilirler.

Nanoteknolojiyle üretilen giysiler kendilerini yıkayabilirler bile. "akarcalara benzeyen robotlar belirli zamanlarda kumaşların yüzeyini ovalayarak temizleyebilirler" diyor Forrest. Bu akarcalar kirleri sonradan toplanabilecekleri tek bir yere taşıyabilirler. Daha sonra, yıkama zamanı geldiğinde de suyu kumaşın içine taşıyabilirler. Bu hayallerin ne kadarı gerçekleşebilir bilinmez. "Bunu yapmak fevkalâde bir şekilde zor olabilir" diyor. "ama bilimin sınırları yok."





Kare Yelkenlerden, Kanat Yelkenlere... Yelkenli Tekne Fiziği

Gezegeneğimiz yüzeyinin büyük bir bölümü, üzerinde rüzgârlar esen sularla kaplıdır. İlk zamanlarından itibaren insanoğlu, kendisini ve değerli mallarını, kara taşımacılığında çok daha az bir zahmetle su üstünde taşımak için rüzgâr gücünden yararlanmıştı. Ve yüzyıllardır yelkenliler, okyanuslarla birbirinden ayrılmış, uzak kıtaların keşfedilmesinin ve daha sonra bu kıtalarla bağlantı kurulmasının tek yolu olmuştu. Günümüzde, buna benzer okyanus aşırı yolculuklardan en geçerli olanı, suyu çok aşağıda bırakarak, yüksekten uçmak. Yükseklerdeki rüzgârların yönü ve şiddeti eskiden olduğu gibi bugün de yolculuk süresini etkiler; fakat artık bu etki fazla önemli değil. Taşımacılığın biri çok modern, ötekiye çok eski bu iki tür arasındaki görünüm, yapı malzemeleri, hareket hızları ve yükseklik farkları göz önünde tutulduğunda aralarında fizik ve teknoloji bakımından fazlaca ortak yan bulunmadığı düşüncesi herhalde bağışlanabilir. Gerçekte, bu yazının amacı, bunların arasındaki yakın bilimsel ilişkiyi göstermek.

Günümüzden 4000 yıl öncesine dönelim ve Mısır'da, rüzgâr kuzey-

den güneye eserken, güneyden kuzeye doğru akan Nil nehri üzerinde kullanılan yelkenli tipiyle konuya girelim. Şekil 1'de görüldüğü gibi yelken akıntıya karşı güneye gitmek için açılıyor, akıntıyla kuzeye sürüklenirken de indiriliyordu. O zaman bile, geminin su üstündeki kısmına ters yönde esen rüzgârın etkisini önleyerek geminin akıntıda daha iyi tutunabilmesi için tekneden suya, uzunlamasına değil enlemesine tahtalar indirilmesi gerekiyordu (borda rüzgârı etkisi). Bu olay, katı, sıvı ve gaz arasındaki bu ilginç etkileşim sistemi içinde, katı kısmın hızı ve yönünün, sualtı ve su üstü kuvvetler dengesi tarafından belirlendiğini açıkça gösteriyor.

Bu kuvvetler arasında sualtı direnci (drag) bulunur ki bu da kabuktaki sürtünme, teknenin biçiminin yol açtığı direnç ve dalga yapan dirençten oluşur. İlk ikisi tekne hızının karesiyle büyüse de, pürüzsüz ve aerodinamik bir gövdeyle denetim altında tutulabilirler. Gerçekten tehlikeli olansa üçüncüsü. Su dalgaları, dağılma eğilimindedir ve dalga boylarının kare köküne oranlı hızlarla yayılırlar. Bu özellikler, dalgalandırmadan kaynak-

lanan direncin belli bir noktadan sonra aniden yükselmesine ve herhangi tonajdaki bir teknenin maksimum hızını, kendi boyundaki bir dalganın hızıyla sınırlamasına yol açar. 19. yüzyılda, İngiliz mühendis William Froude'un ortaya koyduğu bu ilginç olgu, Queen Elizabeth, Queen Mary ve United States adlı transatlantiklerin saatte 40 deniz mili hız yapabilmek için neden bu kadar uzun olmaları gerektiğini ve on metrelik sıradan bir yelkenlinin, saatte 20 deniz mili hızdaki bir rüzgâr tarafından itildiğinde bile niçin ancak 7 deniz mili hıza kadar çıkabildiğini açıklar. Bu engel, alt yüzeye ya da sualtı kanatçıklarına çarpıp Arşimet yasalarının tersine gövdeyi sudan dışarı iten suyun dinamik kuvvetiyle, ya da üstte ortak bir kamarayla birleşmiş iki ya da daha çok gövde kullanılarak aşılabılır. İkinci durumda, denge, yüzen cisimlerin uzaklığıyla sağlanır, ve bu gövdeler hız engelini aşmak için ince bir biçimde tasarlanır.

Şekil 2'deki gibi gemiler yapan Vikingler, bu istenmeyen sualtı direncini en aza indirmek için gemilerine düz ve uzun bir biçim verme gereğini kavramış görünüyordular. Fakat

bence Vikingler yelkenden çok kürek kullandılar. Rüzgârda uçuşan yapraklar gibi değil, kendi istediği yönde gidebilen gerçek anlamda yelkenli denebilecek gemiler yapıp bunlarla uzun mesafeler kat edebilen önce Çinliler, daha sonra da Araplar oldu. Bu tür bir gemi, rüzgâr doğrudan B-A yönünde esse de A-B yönünde gidebilir. Çin ve Arap yelkenlileri (Şekil 3) zamanımızda da üretiliyor ve kullanılıyor; ancak bu gemilerin nasıl rüzgâra karşı gidebildiğini anlamak için öncelikle yelkenlerin nasıl çalıştığını görmeliyiz.

Farklı türden dirençlere karşı koyabilen enerji, havanın su üzerindeki görelî hareketinden kaynaklanır. Fakat bu enerjiyi ortaya çıkarmak ve istediğimizi yaptırmak için, deyim yerindeyse, bir ayağımızın suda olması gerekir. Ne demek istendiğini anlamamız için, bir balonun üzerine yerleştirilmiş bir rüzgâr dinamosu düşünün. Balon ancak yere bağlı tutulduğu sürece dinamo enerji üretecektir. Eğer düzeneği serbest bırakırsanız tüm düzenek hava akımı ile sürüklenecektir; dinamo da etkili bir rüzgâr alamayacağından enerji üretimi duracaktır.



Şekil 1: M.Ö. 2000 yıllarında Nil nehrinde kullanılmış eski Mısır kare armadoru.

Kare Yelkenliler

Bu yazının başlığı kare yelkenlileri başlangıç noktası olarak aldığından, isterseniz şekil 4'teki gibi bu tür yelkenlerle donatılmış büyük bir gemiye göz atalım. Toplam bez alanının çok büyük bölümü, bumbalara asılmış dikdörtgen yelkenlerden oluşur. Bu tür yelkenler, zayıf bir paraşüt gibi iş görür ve rüzgâr akımı yönünde "direnç" diye adlandırılan bir kuvvet oluşturur. Böyle bir donanıyla herhangi bir yere gidebilmek için, en az orta şiddetteki bir rüzgârı az çok arkınıza almanız gerekir. Rüzgâr güçlü olmalıdır; çünkü hızlanıp rüzgârla birlikte ilerlemeye başladığınızda, rüzgârın görünen kuvveti azalır. Önceden

gördüğümüz gibi gövde üzerindeki direnç, suyun hızının karesini de aşan bir hızla artarken, rüzgârın görünen hızının karesi ile orantılı kuvvet azalacaktır. Bunun anlamı; eğer gövdenin hızına bu orta şiddetteki rüzgârlarda da erişmek istiyorsanız, resimde gördüğünüz gibi dev bir "hava çapası" alanına ihtiyacınız olacaktır. Bu, Mısır'ın çapraz tahtası büyük yatların dev balon yelkenleriyle aynı işlevi görür.

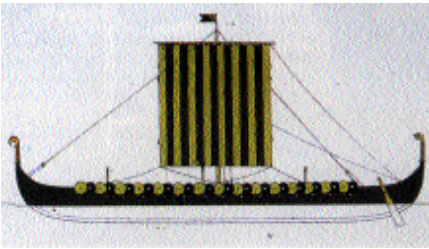
Burada, tehlikeli olan, rüzgâr hızının belirli bir

güvenlik değerinin üstüne çıktığında, oluşan basıncın rüzgârın önünde daha hızlı giden gemi tarafından kaldırılmamasıdır; çünkü gemi zaten sınır hızına yaklaşmıştır. Bu nedenle, felaket darbesinin gücü, görünürdeki hızının küpüyle artar ve biz gerçekte, hareketsiz bir cisimle, karşı konulmaz bir gücün o ünlü karşılaşmasına tanık oluruz. Yelken alanını azaltma tek çıkış yolu olarak kalsa da, şekil 5'te görüldüğü gibi, bu son derece olumsuz koşullarda gerçekleştirilen tehlikeli bir iş. Nitekim Horn Burnu'nu dönen her tekneden ortalama bir kişinin denize düşmesi tehlikenin kanıtı.

Fırtınada çırpınan büyük bir parça yelken bezi, çıldırmış birine benzer ve tümüyle kontrol dışıdır. Böyle bir yelkenin vereceği zararın korkusu ve yelkeni küçültme ya da indirme telaşı; çok şiddetli olmayan bir rüzgârda, düz bir deniz üzerinde, hatta duvardaki bir tabloda çok hoş görünen eski dev yelkenlilerin zavallı tayfaları gibi günümüz yatçıların da kâbusu. Bu teknelerle ilgili romantizme karşı fazla tahammülüm yok. Bana göre bunların tasarımları tayfalara dayanılması güç yükler getirmiş ve uzun yolculuklarda disiplin yöntemlerinin genel özelliği olan acımasız şiddeti kaçınılmaz kılmıştır. O halde bu tür teknelerin dünyanın hiçbir yerinde taşımacılıkta kullanılmadığına şaşmamak gerek.

Denizciliğin Havacılığı

Daha önce sözü edilen Çin yelkenlilerinin son derece akıllıca tasarlanmış, güvertedeki birisi tarafından,

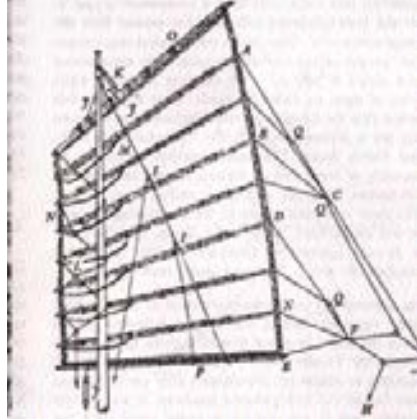


Şekil 2: Binlerce yıl öncesinden kare yelkenli, büyük Viking gemisi. Şekil 3: Arap ve Çin yelkenlileri. Rüzgâra karşı yüzebilen ilk araçlardırlar. Şekil 4: Üç direkli kare armador. Yelkenle okyanusu aşan en büyük gemilerdir.





Şekil 5: Kare armadordlarda, dalgalı denizde sudan oldukça yukarıdaki seren ucu-na tutunmuş yelkeni sararlarken.



Şekil 6: Güvertedeki bir kişi tarafından açılıp indirilebilen bir Çin ana yelkeni.

jaluzi perde gibi kademeli olarak açılıp kapatılabilen yelkenleri vardı. Daha da önemlisi yelkenlerin malzeme ve biçimleri, geminin rahatlıkla rüzgâra karşı gidebilmesini sağlıyordu; hem de Avrupalıların bunu gerçekleştirebilmelerinden yüzlerce yıl önce. Bunun nasıl olduğunun anlaşılması için, yelkencilikle havacılık arasındaki ilintinin açıklanması gerekiyor.

Bir levhaya, küçük bir açıyla akan bir sıvının vurguladığı kuvvetin büyüklüğü ve yönü, Newton'dan beri pek çok büyük fizikçiyi uğraştırmış bir sorun. Newton'a atfedilen bir kurama göre, küçük açılarda, bu kuvvet önemsenmeyebilirdi. Kuvvet yalnızca küçük açının sinüsünün karesiyle artıyordu. Lord Rayleigh, yüzyılı aşkın bir süre önce yazdığı şaşırtıcı derinlikteki bir makalesinde bu sonucu yadsıyordu. Çünkü kendisine göre, "...tecübeleri insanların, özellikle küçük açı değerlerinde hedeften oldukça fazla uzaklaştıkları biliniyordu." Üstelik Rayleigh, o zamanlar henüz doğmamış olan ve havacılıkta "kaldırıcı kuvvet" diye adlandırılacak kavramı çağ-

rıştıran bir açıklama da, yapıyordu. 1876'daki açıklamasında örnek olarak Çinli kürekçilerin, suyun içinde küreğin oluşturduğu kuvveti büyük ölçüde artıran özel bir daldırma tekniğini veriyordu: "Durgun sıvıdaki bir levhanın anahat üzerindeki hareketine karşı olan direncin, yan bir kuvvetin bindirilmesiyle olağanüstü artırılabilmesi son derece ilginç. Bu, örneğin yapay uçuşlarda karşımıza can alıcı sorunlardan birisi olarak çıkacaktır.

Bu düşünceden yola çıkan Rayleigh küçük açılardaki kuvvet için çok daha büyük bir değer hesapladı. Bugün biz bu kuvvetin daha da büyük olduğunu ve 20. yüzyılın başında ve daha sonra birçok büyük araştırmacının geliştirdiği kanat üzerindeki hava hareket kuramında doğru olarak verildiğini biliyoruz. Bu kuvvet, bir kuşun kanatlarıyla aynı alana sahip bir paraşütün sağlayabileceğinden çok daha küçük bir dikey hızla aşağıya doğru süzülmesini sağlayan kuvvettir. Bu kuvvet, havada yana doğru gittiği halde uçağı, kanadın gerçek alanıyla orantılı olarak gökyüzünde tutan kuvvettir.

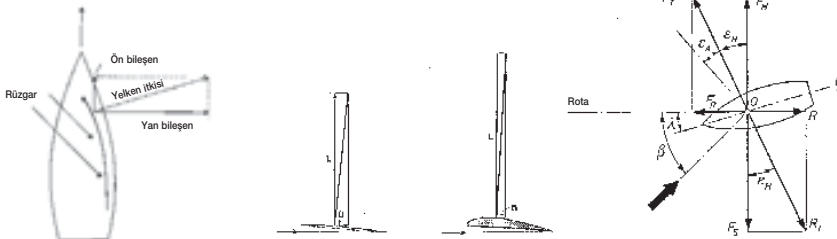
Şimdiki konumuzla bağlantılı olarak bu kuvvet, teknenin rüzgâra karşı gitmesini sağlamak için, küçük bir açıyla rüzgâra bakan bir yelkenin üretmesi gereken, açısına dik kaldırıcı bir kuvvet oluyor. Fakat çizimde de görüldüğü gibi (şekil 7) bu kuvvetin, öne iten bileşeninden çok daha büyük bir yan bileşeni bulunuyor. Böylece, teknenin öne doğru hareketini kolaylaştırırken, yanlara kaymasını zorlaştıran bir sualtı düzeneğinin, zorunluluğu ortaya çıkıyor. Çinlilerin bulduğu, günümüzde bile Hollandalıların geleneksel teknelerinde yaygın olarak kullandıkları yan tahtalar bunu sağlar. Ayrıca rüzgâr sörflerinde, küçük sandallarda ve büyük yelkenlilerde kullanılan, çeşitli biçim ve büyüklüklerde, içeriye çekilebilen ya da sabitlenmiş salmalar da aynı işlevi görür.

Teknenin ön ve arkasındaki, bu sualtı yüzeyleriyle ilgili ilginç bir noktada, Rayleigh ve belki de Froude'nin, bunların işlevini, günümüz yelkencilerinden çok daha iyi anlamış olmaları. Yine Rayleigh'in yazısından aktaralım: "Su içinde, ince uzun bir kütlemin yanal hareketinin, ana hat yönünde belirli bir hızda hareket için gereken kuvveti etkilememesi düşünülemez. Buna kanıt olarak bay Froude şunu söylüyor; "Bir teknenin rüzgâra karşı giderken, tiramoladan hemen sonra daha hız alamadan önden çok yana sürüklendiğini çok denizci bilir. Öne doğru ne kadar hızlanırsa kayma da o ölçüde yavaşlar."

Önemli olan nokta, geminin yanlara doğru kaymasını önleyen kuvvetin, suyun içinde yana hareket eden yüzgecin direnci değil; yüzgecin, simetri düzlemine çok küçük bir açıda ileriye doğru hareketinden doğan kaldırıcı kuvvet olmasıdır. Yelken nasıl su üstünde bir hava kanadı işlevi görüyorsa, salma da altta su kanadı işlevi görür.

Hava ve Sukanatları

Bir hava ya da sukanadının kalitesini belirleyen birçok etkenden, konumuz gereği burada yalnızca üç tanesi ele alınacak: Simetri, biçim (enine kesit) ve uzunluk-genişlik oranı. Kuşların ve uçakların kanatlarının üst tarafları, hiçbir zaman alt yüzeyleriyle karıştırılmaz. Kuşlar herhalde sırtüstü uçmak gereği duymaz. Büyük yolcu



Şekil 7: Rüzgâra karşı yönde giderken ki yelkenin itme gücünün parçaları. Yana doğru olan büyük parça su altı düzenekleri ile azaltılmalıdır. Şekil 8: Kavisli bir plakada (solda) ve hava kanadında (sağda) rüzgâra 4 dereceden daha az bir açıda kaldırıcı güç ve direnç. İkisinin de uzunluk/ genişlik oranı 6'dır. Şekil 9: Lanchester'in Hat Teoremi. Rüzgâr yönüne en yakın açı b, su üstü ve altı sürüklenme açılarının toplamıdır.

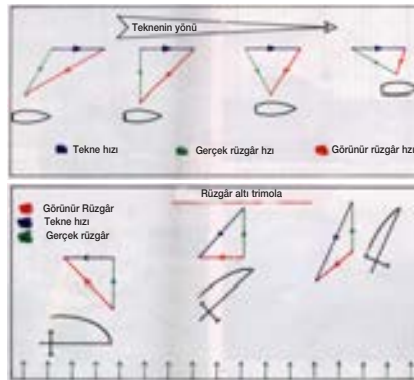
uçaklarında da koridorda yürüyen insanlar bulunur. Fakat akrobasi uçaklarının performanslarından birşey kaybetmeden yukarıya aşağıya, sağa sola uçabilmeleri gerekir. Üstelik kanatlarının üstü ve altı hemen hemen simetrik olsa da rahatça uçabilmelidirler. Hareket açısı şimdi, simetrik sivri cismin, sıvı akıntısının yönüne olan eğimidir. Tekneler içinse, rüzgârın sağdan ya da soldan yelkene çarpacak, salmanın da tekneyi sağa ve sola sürüklenmesini engelleyebilecek güçte olması gerektiği açıktır. Geminin bordasına tutturulmuş ya da omurgadan indirilmiş salmalar her zaman simetrik, fakat (su üstünde) yan tahtalar iki tarafta farklı biçimlerde olabilir. Yeni öğrendiğime göre, Hollanda teknelerinde simetrik salmalardan daha etkili, ayna simetrisinde yan tahtalar kullanılıyor. Bir yelkenin, eğer kumaşa ve bu nedenden dolayı ikiboyutluyorsa, her iki yöne de şişebileceği açıktır. Bununla birlikte, sizin bu esneklik için ödediğiniz bedel, yelkenin üç-boyutlu düzgün tasarımlı bir hava kanadına göre daha yetersiz olması ve daha önce de belirtildiği gibi, ucu kaçırıldığı anda kendini hatta sizi parçalama eğiliminde olması. Boyut oranı için hava dinamiği, uzun ve incenin daha iyi olduğunu söyler. Eski tip yatlardaki dörtgen yelkenlerin, modern yatlardaki “Bermuda” diye bilinen uzun üçgen yelkenlerle değiştirilmesinin nedeni de bu.

Bir kanadın kalitesinin gerçek ölçüsü, genellikle birkaç derece olan rüzgâra optimal giriş açısında ortaya çıkan ve yan itimli kuvvetin, ön itimlie olan boyutsuz oranı olarak tanımlanabilecek inceliğidir. Başka bir adıyla havacılıktaki süzülme açısı ya da kaldırıcı güç/direnç oranıdır. Bu kaldırıcı güç/direnç oranı şekil 8’de gösterildiği gibi, yelken gibi kavisli bir yüzeyin, güvenilir katı bir havakanadı kadar iyi olamayacağını gösterir. Eğer tek motorlu bir uçak kullanıyorsanız bu oran ayrıca size, durgun havada bir kilometre yukarıda uçarken motorunuz birden durursa, ne kadar uzakta bir iniş yeri bulmanız gerektiğini söyler. Bir yelkenlide, aracın su üstündeki bölümünün hava kanadı performansına yakın böyle bir açı ve su altındaki gövde bölümünde salmanın su kanadı performansının düzeyini belir-



Şekil 10: Üç bisiklet tekerleği üstünde bir kara yelkenlisi. Öndeki ikisi yön vermede kullanılıyor ve yelken bir rüzgâr sörfü yelkeni.

leyen başka bir açı vardır. Bu iki açının, aracın gidiş yönünü belirlediğini kestirmek zor değil. Daha önce belirtildiği gibi, kanat kuramı bu yüzyılın başlarında geliştirilmişti. Bunun yanı sıra bu alandaki dahilerden birisi de, hava kanatları kuramı üzerinde bağımsız çalışmalar yürütmüş amatör bir matematikçi olan Lanchester adlı bir İngiliz. İlk kez, gerçek kanatlardaki uyarılmış direnci kavrayıp, açıklayan ve bunu girdapların kanat uçlarından atılması ile ilintilendiren bu araştırmacıdır. Lanchester, İngiltere’de ilk otomobili tasarlamış ve hızlı arabalar üreten bir şirketin sahibi olmuştur. Fakat saygınlığının asıl nedeni, yelkenli araçların temel kuramını başkalarından çok önce ve birkaç satırla açıklayabilmesidir.



Şekil 11: Gerçek ve sanal rüzgârlar. Sanal rüzgâr hareket noktasına göre gerçek rüzgâra eşit, daha az yada fazla olabilir. Bu gösterimdeki tüm durumlarda kayığın hızı sabittir.

Şekil 12: Bir buz yelkenlisinin nasıl rüzgâr altına trimola ettiğini gösteriyor. Şeklin solunda olduğu gibi hareket yönüne olan, doğru açılardaki rüzgârla başlıyor. Hareket yönü ortada gösterildiği gibi saat yönü tersine değişebilir ve sonuçta sanal rüzgâra olabildiğince yaklaştığında şeklin sağındaki duruma gelebilir. Yelkenin hızı neredeyse tam arkadan esen gerçek rüzgârın iki katıdır.

İşte F. W. Lanchester’in 1907’de yazılmış kendi anlatımı: “Yelkenli yat mekanizmasında sorun, havada iş gören hava kanadı (açılmış bir yelken) ve su altında işlev gören kanadın (salma, yüzgeç vb.) karşılıklı birbirlerinin işlevlerini desteklemelerine indirgenbilir. Bu öngörünün sonucu açıkça şudur: Bir teknenin, rüzgâra göre alabileceği rotanın minimum açısı sualtı ve suüstü süzülme açılarının toplamıdır.

Lanchester’in bu parlak rota kuramı, şekil 9’da gösteriliyor. Bu kuram, bir yelkenlinin performansını tek bir β açısıyla anlaşılabilir kılmıştır. Buz yatlarının olağanüstü performansının basit nedeni, bıçakların buz üstündeki süzülme açılarının sıfır olması ve β açısını yalnızca yelkenin ve yelkencinin rüzgâra yaptığı perdelemenin belirlemesidir. Kara yatları da çok küçük β açısına sahiptir. Çünkü, düz kuvvet bileşeninin yanal kuvvete direnç oranının çok yüksek olduğu tekerlekler üzerinde giderler (şekil 10).

Gerçek Yelken Kullanmak

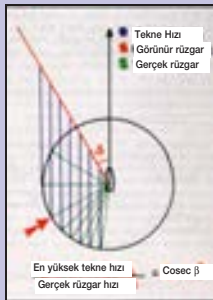
Su araçlarına dönersek, ideal bir yelkenli, biri havada biri de suyun içinde iki kanatçı olan ve yüzeyde kayarak gidebilen bir yelkenlidir. Bu tanıma en yakın olanı, günümüzde çok iyi bilinen ve dünyada binlerce belkide milyonlarca kişinin kullandığı rüzgâr sörfüdür. Akıllıca tasarlanmış, taşınabilir, ekonomik ve kullanması heyecan verici, bir zamanlar sadece zenginlerin tekelinde sayılırken sonra milyonlarca kişiye yayılmış bir spordur. Ama genç ve dinamik değilseniz ve buz gibi suya düşmek istemiyorsanız sizin için daha eğlencelisi oturup rüzgâr sörfünü yeni öğrenen birisini seyretmektir.

Bir teknenin rüzgâra karşı β açısından daha büyük herhangi bir açıda gidebildiğini gördükten sonra, şimdi statik koşullarda teknenin hızını belirleyen tek etkili güç olan görünür rüzgâra daha yakından bakabiliriz. Önceden gördüğümüz gibi, bu görünür rüzgâr, tekne gerçek rüzgârın önünden gittiğinde ondan daha düşük kuvvette olacaktır. Fakat bu kuvvet şekil 11’te gösterildiği gibi seyrin başka noktalarında gerçek rüzgâr kuvvetinden de fazla olabilir. Hız yelkenciliği, bundan dola-

Hız Yelkenciliği

Tutkunuz hız yelkenciliğiye, β açısı rüzgârdan ne kadar hızlı gidebileceğinizi ve bu en üst hızı ulaşmak için hangi yöne gitmeniz gerektiğini söyler (şekil 13). $\text{Cosec } \beta$, tekne hızının rüzgâr hızına mümkün olan en yüksek oranıdır ve bu orana, gerçek rüzgâr yan taraftan β derece geride olduğu zaman ulaşılabilir. Görünür rüzgâr buna bağlı olarak burundan β derece dışarıda olacaktır. Kara yelkenlilerinin küçük β açısı, California'nın kuru göllerindeki yarışlarda saatte 90 deniz mili hız ulaşabilmelerini sağlar ve aynı nedenle Wisconsin'deki buz yelkenlileri saatte 100 deniz mili hızı aşabilirler. Yüzen araçlar için en uygun hız deneme yeri ise, sakin bir su kütlesi üstünde yön doğrultusunda düzgün ve doğru açıda esen rüzgârın olduğu, aracın hızını kesecek hiçbir dalgalanın olmadığı bir yerdir.

Böyle bir yer şekil 15'teki, Weymouth kumsalıdır (İngiltere). Dalgaları durduran fakat rüzgâra izin veren bu kumsal, okyanusu limandan ayırmaktadır. Ekim ayındaki güçlü rüzgârlar sırasında, dünyanın her yerinden insanlar ilginç tasarımlarıyla bu kumsala gelip hız denemeleri yaparlar. Hız haftası olarak adlandırılan bu organizasyon, Amatör Yelkenli Araştırma Derneği (AYRS) adını taşıyan ve son kırk yıldır büyük baskı ve önyargılara aldırış etmeksizin, çok gövdeli tekneler de dahil yelkencilikte her türlü yeniliği destekleyen olağanüstü bir kuruluşça gerçekleştiriliyor. Şekil 16'da 30 km hızla esen rüzgârda 50 km ye kadar çıkabilen erkekler kategorisinde birinci gelen rüzgâr sörfü görülmüyor. Elbette eğer bunlara öyle denilebilirse yarışlara bunlardan başka katılan tek gövdeli yoktur. Diğer tüm araçlar iki ya da üç gövdeli ve çeşitli tiplerdedir. Şimdi yeniliklere geliyoruz. Şekil 17, ortasında bir köprü olan iki rüzgâr sörfünü gösteriyor. Tasarım, tekneye doğrulma momentini sörfünün ağırlığı yerine bu düzenekle sağlamak için geliştirilmiş. Diğer şekilde (şekil 18) üçlü gövdeli bir tekne Polonezya kökenli bir yelken taşıyor. Tekne kenarındaki tahtalar denge sağlamak, altlarındaki düşey yüzgeçler de yanıl direnç sağlamak için konmuş. Şekil 19'da gösterilen son araçta gerçek bir 3-boyutlu asimetrik yapıya sahip kanadını ters yüz ederek, diğer yöne doğru gidebilirsiniz. Arka düzenekteki ince beyaz kuyruk, uçakların irtifa dümenine benzer. Çeşitli açılara ayarlanarak ana kanadı otomatik olarak görünür rüzgâra en uygun açıda tutar.



Şekil 13: Hız yelkenciliği. Kayığın, rüzgâr hızına mümkün olan en yüksek oranı $\text{Cosec } \beta$ dir ve bu orana, geminin kıç tarafına yakın β dereceli, gerçek rüzgârla başlayıp, sanal rüzgâr pruvanın sonunda β derece olana kadar hızlanılarak ulaşılır.



Şekil 16: Rüzgâr sörfçüleri. Weymouth'daki hız haftasında başroldeydiler. Kayıt edilen en yüksek hız, saatte 30 km hızla esen rüzgârda saatte 50 km'dir. **Şekil 17: Çift rüzgâr sörfü.** Çok daha iyi bir denge için. **Şekil 18: Oldukça etkili Polonezya yelkenli bir üç-omurgalı planör tekne.** **Şekil 19: İki-omurgalı, gerçek kanat yelkenli bir tekne.** Bu asimetrik bir yelkendir ve bu nedenle yön değiştirilmesinde uzunlamasına döndürülmesi gerekir. Arkadaki beyaz kuyruk irtifa dümeni gibi çalışır ve ana kanadın rüzgârla olan açısını ayarlama kullanılır.

rındaki tahtalar denge sağlamak, altlarındaki düşey yüzgeçler de yanıl direnç sağlamak için konmuş. Şekil 19'da gösterilen son araçta gerçek bir 3-boyutlu asimetrik yapıya sahip kanadını ters yüz ederek, diğer yöne doğru gidebilirsiniz. Arka düzenekteki ince beyaz kuyruk, uçakların irtifa dümenine benzer. Çeşitli açılara ayarlanarak ana kanadı otomatik olarak görünür rüzgâra en uygun açıda tutar.

Rüzgâr sörfçülerinin 20 yıllık egemenliklerine karşın son yıllarda yelkenliler geri döndüler ve birkaç yıl önce Yellow Pages Endeavour adlı kanat yelkenli, 3 gövdeli su kanatçıklı yelkenli saatte 18-20 deniz mili hızda esen rüzgârda 46.50 deniz mili hızı ulaşmayı başardı. Bu hızı başarabildiğini duymak size bu deneysel tasarımlara gerçek birer kanat takılması gerektiği duygusu oluşturabilir. Ayrıca satış için yapılan yatların bu gibi eklemelerle yüzemeyeceklerini ve ister kıyı isterse okyanus yelkenciliğinde olsun klasik yelkenlerin daha çok uzun bir süre en pratik ve güvenli yelkenliler olmayı sürdüreceğini düşünebilirsiniz.



Şekil 15: Weymouth. Sağdaki Portland limanı, soldaki İngiliz Kanalı'ndan, dalgaları durduran fakat rüzgârların esmesine izin veren kumsalın, uzun ve dar bir parçası ile ayrılmıştır. Yelkenliler için hız denemeleri, gidiş hattına, doğru açılarda esen, çok güçlü rüzgârların olduğu, her yılın sonbaharında burada yapılır.

yı, teknenin hızını en yüksek düzeye getirmek için görünür rüzgârdan en üst düzeyde yararlanmayı hedefleyecektir. Görünür rüzgâr, kuvvetini ne kadar artırarsanız, buruna o ölçüde yaklaşır. Peki sınırı nedir? Çok açık; aracın ilerleyebildiği, rüzgârın doğrultusuna en yakın açı olan β . Bundan birçok şaşırtıcı sonuç çıkıyor. En yüksek hız, görünür rüzgâr teknenin buruna en yakın olduğunda ulaşılabilir.

Rüzgâr sörfçüleri ve buz sörfçüleri, borda hız sınırlamasından etkilenmeyen başkaları gibi bunu çok iyi bilirler ve bundan rüzgâr altında tiramola için yararlanırlar. Yandan gelen rüzgârla başlayıp, hız kazandıkça rüzgâr doğrultusuna dönerler ve şekil 12'te gösterildiği gibi rüzgâr tam arkadan esse dahi küçük bir açıyla seyredebilirler. Eğer rüzgâr A-B yönünde esiyorsa, A'dan başlayabilirler, yarı yolda tiramolu değiştirebilirler ve B tarafına birlikte başladıkları rüzgârdan biraz daha önde gidebilirler. Burada unutulmaması gereken bir mesaj var: Bir hava kanatçığı gibi davranıp kaldırıcı güç üreten küçük bir yelken, bir tekneyi, rüzgâraltı varış noktasına, rüzgârdan daha hızlı ulaştırabilir. Buna karşılık bir balon yelken veya diğer direnç düzenecekleri, en iyi olasılıkla rüzgâr hızına yaklaşabilirler. Sıfıra yakın görünür rüzgârlarda gövdeyi yürütebilmek içinse bunların anlamsız büyüklüklerde olmaları gerekir. Diğer bir mesaj ise daha hızlı bir teknenin tiramolalar arasında daha geniş açılarla ilerleyeceğidir. Bunun nedeni gerçek ve görünür rüzgârlar arasındaki büyük farklar. Çift gövdeli tekneler ve benzer araçlar, çoğunlukla yanlış olarak, tiramolalar arasında daha küçük açılar yapan, daha yavaş, rüzgâraltı performansları zayıf tekneler olarak düşünülür. Tiramolalar arası açı, hızları, gerçek rüzgâr hızıyla karşılaştırıldığında ihmal edilebilecek olan tekneler için β açısının iki katı kadar küçük olabilir.

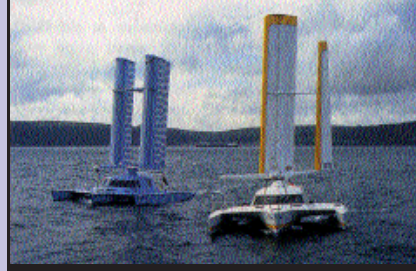
Dolaşırken Ayağa Dolananlar

Daha önce de birçok kez değinildiği gibi yelkencilik, rüzgârdan enerji sağlayıp su üstündeki bir yaşam alanını bir yerden başka bir yere taşıma eylemidir. Bu durumda araba ya da

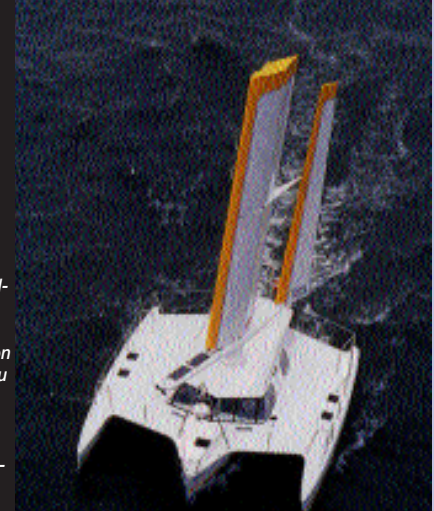
Uçak Yelkenciliği

John Walker AYRS'nin önemli bir üyesidir ve kanat yelken fikrinin ilk tohumlarını atmıştır. 4 kanatlı teknesini o zamanlarda tasarlamıştır. Yirmi yıl ve bir çok araştırmanın sonunda iki kanatlı ve daha iyi bir tasarım ortaya çıkmıştır. Şekil 20'de görüldüğü gibi bu tasarım çift kanatlı uçak donanımını andırmaktadır. Bu tekne Atlantik'i aşıp geri dönebilmiştir ve bu süreç içinde çok şiddetli fırtınalardan etkilenmemiştir. Kuyruğun, iki ana kanada olan açısı bilgisayarla ayarlanır ve gerisi rüzgâra kalır. Şekil 22'de görülen John Walker'ın en güzel ve en son tasarımıdır. Bu tasarım uçaklardaki gibi dış görünüşü tek kanatlı uçak şeklinde geliştirilmiştir. Kanadın daha küçük olan arkadaki dümen yüzeyi, yine rüzgârın yönüyle gidilen rotanın açısını, güneş enerjisi ile çalışan bilgisayarlarla ayarlar. Güneş enerjisi toplayıcıları şekil 21'de tepeden alınmış görüntüde görülebilir. Simetri sorunu, kanadın ön kenarında bulunan, büyük yolcu uçaklarında inişten hemen önce kullanılan flaplara benzer yapılarla çözülmüştür. Bu flaplar iki yöne de hareket edebilir ve itme gücünde muazzam bir artış sağlar. Şekil 22 bir kanatçı çalışırken gösteriyor.

Uçak bölümünün tamamı bir bilye düzeneğiyle istenilen rotaya yönlendirilebilir. Kuyruğun açısını ayarlayan küçük motor da gücünü güneş enerjisi pillerinden alır. Elbette bunlara ek olarak bir destek ünitesi ve gerektiğinde kullanılabilecek bir manuel kontrol düzeneği vardır. Her şey bir işlemci ile kontrol edilir ve şekil 23'te görüldüğü gibi uçaktakine benzeyen kaptan köşkünde ileri ve geri hareketi kontrol eden bir kol ve dönüşleri kontrol eden bir direksiyon bulunur. Bu tekne çoklu omurgalı teknelerden çok daha geniş hareket



Şekil 20: Solda, Blue Nova, Atlantik'i aşıp geri gelebilmiş ve sert fırtınalardan güvenle geçmiş, kanatlarla güçlendirilmiş ilk yelkenlidir. Sağda, Zefyr, Walker Wingsail tarafından tasarlanmış tek kanatlıların en son modelidir. Kuyruk bu teknede açıkça belirgindir fakat bu görüntüde kısmen saklanmıştır. Şekil 21: Zefyr'ın bu görüntüsünde kanat yelkenin önündeki güneş panelleri görülebilmektedir. Bu paneller, bilgisayar ve kuyruğun açısını ayarlayan küçük motor için enerji sağlamaktadır. Şekil 22: Arka yatak ve üzerinde tamamen bağımsız yönlendirilebilen uçak bölümünün tamamı. Kanat yelkenin üzerindeki kanatçık çalışırken. Şekil 23: Uçak kokpitine benzeyen Zefyr'ın kaptan köşkü. Solda, aynen sürat teknelerindeki gibi, ön, arka ve boş olarak üç kademesi olan vites. Uzaktan kumandalı bir kol, güvertenin herhangi bir yerinden kontrol edilebilir. Bu kol ile limana yanaşabilmek için yanal hareketler bile yapılabilir.



yeteneğine sahiptir. Tek kanatlı uçak tekne şimdi İngiltere'de Plymouth'da seri olarak üretilmektedir.

Uçak tipi kanatları teknelerde kullanmanın önemli avantajlarından biri, nasıl uçuştan sonra uçakların kanadı çıkarılmıyorsa, bu kanat yelkenlerin de "indirilmesine" gerek olmaması. Eğer bir kanada bağımsız olarak yön verilebiliyorsa ve kanat kendisini rüzgâra hizaya sokabiliyorsa o zaman kanat yelken çıplak

gemi direğinden daha az direnç gösterir ve her tekneye rahatça takılabilir. Ayrıca en hafif uçakların hızları bile Beaufort ölçeğindeki fırtına hızlarının çok üzerinde olduğundan bu kanatlar rüzgâra karşı da dayanıklıdır.

bisiklet gibi kara araçlarında kullanılabilen kuvvet, motor ya da insan gücüyle sınırlıdır ve yolun (ya da rüzgârın) eğimine göre değişen yük, dişli çark takımının olanak verdiği kuvvetle uyumludur. Bu uyum, belli bir hızdaki gücün kaynağını uygun hızda tutar ve var olan gücü kullanması için araç hızını ayarlar. Yelkenlileri de yürüten kuvvetse rüzgârı kesen alanla ve görünür rüzgâr hızının küpüyle orantılıdır. Basit bir hesapla açık denizde karşılaşılan rüzgâr hızları, kıyıdaükilerin 10 katından da fazladır. Demek ki oranı bu sınırdan tutsak bile, selamete ya da felakete götürebilecek kuvvetler de bin kat daha büyük olur. Üstelik bir gövde hızı sınırlaması illetiyle baştirmek durumunda olan bir tekne için böylesine kuvvetler yelken alanının büyük ölçülerde küçültülmesi gerekebilir.

Teknelerden hakkıyla söz edebilmek için iç denizlerden birinde bir günümü yelken kullanarak harcadım. Bence su üstünde olmak ve rüzgâr tarafından itilmek olağanüstü bir duygu.

Ben de bu duyguyu paylaşan herkese bir yakınlık hissettim. Bu nedenle, bir yelkeni açıp ötekini indirme işleminin, bir yokuşun başına çıktığımız her seferinde arabanızın ya da bisikletinizin tekerleklerini çıkartıp farklı büyüklükte olanları takmak, aşağı indiğinizde de bunun tersini yapmaya benzediğini söylemekle umarım dostlarınızın bazılarını gücendirmiş olmam. Rüzgâr aniden hızlandığında ana yelkeni camadana vurup küçültmek, seyredende acıma duygusu uyandırır. Camadana makarası sayesinde yeterli çabuklukla küçültülebilen flok sayılmazsa bu eylem, araba ya da bisikletinizdeki viteslerin vites kolu yerine "elle" değiştirilmesine benzetilebilir.

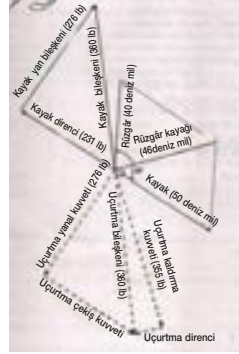
Yelkenleri ayakta tutan direkler, direği ayakta tutan gergi ve çarmıklar, yelkenleri yukarı çekmek, rüzgâra doğru açıda tutmak ya da indirmek için gerekli yüzlerce metre ip ve tel, makaralar, takozlar, kurt ağızları, liftinler, babalar ve güvertedeki her türlü başka araç ve gereç, yalnızca ve yalnızca

ca iki sıradan parametre, yelken alanı ve kanat açısı için vardır. Yelkenler genellikle denge noktaları, kuvvet merkezinden mümkün olan en uzak mesafede kalacak biçimde takılırlar. Bu nedenle onları ayarlamak için futbolcu kasları ve pahalı vinçler gerekir. Buna, bilmeniz gereken yüzlerce denizci terimini ve öğrenmek zorunda olduğunuz düzinelerle düğüm biçimini ekleyin. Sonuç, yalnızca suya açılıp rüzgârın bizi itebilmesi için katlanmamız gereken muazzam bir zihin karmaşası.

Aniden birinin çıkıp yelken çekme, küçültme, indirme gibi sözcüklerin unutulabileceği, güvertesinde ayağınızın takılabileceği tek bir ip bulunmayan, üstelik rüzgâr gücünden yararlanarak tekneyi rotasında, içkiniz dökülmesin diye de ufka paralel tutan, bir motor gibi anında alınıp satılabilecek bir itiki düzeneğine sahip, okyanusu geçebilecek, yelkenli araç sattığını öğrenen yat imalatçıların tehdit edilen çıkarları için duydukları korkunun derecesini düşünün.



Şekil 24: Rüzgâra karşı giderken yana yatma momentini yelkencilerin becerileriyle engellemeleri. Hafta sonu denizcileri için, bu yana yatma açısındaki rahatsız konum kaçırılmaması gereken bir coşkudur.
Şekil 25: Uçurtma kayak (Kiteski) sistemi. Yukarıdaki şema saatte 50 deniz mili (90 km/s) hızda iş gören kuvvetleri gösterir.



Bu nedenle, etkili İngiliz dergisi Yachting World'un performansı ispatlanmış devrimci üçlü gövde tasarımına yönelttiği ve doğruluğun güce üstün gelmesinin nadir örneklerinden birinin gerçekleşmesiyle kendine 1,5 milyon pound tazminata patlayan saldırıdaki şiddet ve düşmanlığa şaşmamak gerekir.

Geleneksel yelkenliler Hollanda'nın pitoresk yeldeğirmenleri kadar güzel. Ancak eğer su üstünde rüzgâr gücünü etkili ve güvenli bir biçimde kullanmak istiyorsanız, tüm dünyada modern rüzgâr dinamoları nasıl değirmenlerin yerini almışsa, sizin de benzer bir seçenek değişikliği yapmanız gerekiyor. *Wind in the Willows* (Söğüt Rüzgârı) adlı çocuk kitabında Bay Köstebek, tekneyle dolaşmak kadar zevkli birşey olmadığını söyler. Buna yüreктen katılıyorum; ama gene de bunu yaparken, teknede sizin ayağınıza dolaşan çok şey olduğunu düşünmekten kendimi alamıyorum.

Denge, Güvenlik ve Yenilik

Şimdiye kadar anlatılanlardan, şekil 8'de gösterildiği gibi, rüzgâra karşı gidildiğinde hava perdelenmesinin ürettiği çok büyük yanal kuvvetler olduğu yeterince anlaşılmış olmalı. Ayrıca, tekne altındaki bir su perdelenmesiyle bu yana kayışın nasıl engellendiğini de görmüştük. Fakat, bu gövdeler arasındaki düşey uzaklık, tekneyi rüzgâr altına yatıran bir moment yaratır. Bu momenti engellemenin yelkencilerce hem bir eğlence hem de sporun doğal bir parçası olarak kabul edilen

yolu, güvertenin öte yanından sarmaktır. Daha büyük tekneler için, Batıdaki geleneksel çözüm, yüzgecin altına çok büyük bir ağırlık bağlamak. Ne yazık ki, bu ağırlık teknenin delinmesi ve su alması halinde bir mezar taşı işlevi görür. Güvenlik boyutu bir tarafa, aracın performansı daha önce de anlatıldığı gibi uzunluğu ile sınırlanır ve gövde hızını aşmaya çalışmak bir pranga ile koşmaya benzer.

İşin en kötüsü de şu: Tekne düzken bile yan yatmayı dengeleyen bir karşı moment oluşturan insan ya da başkaca hareketli ağırlıkların tersine, tekne altındaki sabit ağırlığın etkisi, ancak yatma açısının sinüsüyle sınırlıdır. Bu, rüzgâra karşı günler belki de haftalar süren okyanus yolculuğunda, aracı rahatsız ve olağan dışı bir pozisyonda tutar. Buna karşılık Polinezyalıların ve Melanezyalıların araçları, büyük olsun küçük olsun, dirsek çıkıntıları ve çift gövdeleri sayesinde hem dik kalırlar, hem de batmaları neredeyse olanaksızdır. Yüzlerce yıl boyunca, uzak mesafe yolculuklarında bu tip araçlar kullanılmıştır. Bunlar çok gövdelilerin ilk temsilcileridir ve üstünlükleri istemeyerek de olsa günümüzde giderek daha geniş kabul görmektedir.

Yelkenden kaynaklanan yatma momentini engellemenin daha iyi bir yolu, uygun açıda yerleştirilmiş ve teknenin uzun dönüş ekseninden uzaklaştırılmış bir su kanatçığıyla benzer bir kuvvet üretilmesidir. Böyle bir denge, sıfır yatış açısında bile sağlanabilir ve rüzgâr hızındaki değişimlerin teknenin hızını ve yatma momentini etkilemesi önlenir. Çok gövdeli hava kanatlı yelkenliler, genellikle, olağan dışı hızlarına *yatay durumda* ulaşabilmelerini

sağlayan bu şekillerde tasarlanırlar.

Hava ve su arasında göreceli hareketle kuvvet üretilmesi için, bir rüzgârın gerektiği başta belirtilmişti. Bu durumda varlığı şart olan tek şey rüzgârdır ve yelkenin ya da teknenin biçimi, bir başka deyişle düzeneğin üst ve alt bölümlerinin biçimi, tümüyle değişken olabilir. AYRS üyeleri geleceğin yelkenlileri sayılabilecek bazı tasarımlarla olağanüstü denemeler yapmış bulunuyorlar ve son olarak bunların bazılarına değineceğim.

Genel olarak yukarıda anlattığımız gibi, yana yatma eğilimi, yelkenin tekneye sabitlenen direğe tutturulmasından kaynaklanır. Bu olumsuz sabit düzeneğe biraz yumuşatılabilir ve yelken bir paraşüt yelkeni gibi, su seviyesinden çok yukarıda olmayan bir noktadan yalnızca iplerle tekneye tutturulabilir. Böylece, yana çekilen ve tekneyi de yan yatmaya zorlayan bir direk ortadan kalkmış olur. Bu tür yelkencilikte bir örnek olarak, konumunu ipleriyle kontrol edebildiği dev bir uçurtmayla su kayağı yapan biri düşünülebilir. Güçlüce bir rüzgârdaki 40 deniz milinin üzerinde bir hız sağlayan böyle bir düzeneğe "uçurtma kayağı" deniyor. Şekil 29, 50 deniz mili hızda böyle bir araç üzerinde etki yapan kuvvetleri gösteriyor.

Suyla bağlantı mutlaka yüzeyde tekne ya da kayak gibi bir su üstü düzeneği gerektirmez. Araç, dalga direncini yunus ve köpek balıklarından daha çok duymayacak bir denizaltı da olabilir. Hatta denizci, denizaltının içinde de bulunabilir. Daha da ilginç bir tasarımdaysa yelkenci (artık pilot demek daha uygun olur), havada bir uçurtmaya, balona ya da benzer bir cisimle asılı durur. Ancak düzeneğe, su üstünde sürüklenen ve çapa işlevi gören bir araca bağlanır. Yaşlı ve saygın bir AYRS üyesi olan Didier Costes, geliştirdiği bu tür düzeneğe "Chien-de-mer" (deniz köpeği) adını vermiştir. Uçağından paraşütle atlamak zorunda kalan bir pilot, yüzeye varmazdan önce böyle bir cismi denize bırakır ve kendisi, ipile bağlı olduğu bu "çapa" ve paraşüt sayesinde havada kalabilir. Hatta üstündeki ve altındaki araçları kontrol ederek istediği yönde de gidebilir.

V Radhakrishnan
Raman Araştırma Enstitüsü, Hindistan
Çeviri: Faruk Aydıncılar

Bitkilerin Duyuları

Bir an için, kendimizi bitkilerin yerine koyalım ve ömrümüzün sonuna kadar kök saldıığımız noktada yaşamak zorunda kaldığımızı düşünelim. Gözlerimiz, kulaklarımız ve burnumuz olmadan hem fiziksel gelişimimizi sürdürmek hem de hayatta kalmak için çevremizdeki maddeler ve varlıklardan yararlanabilir miydik acaba? Güneş olmadan yaşayamayacağımız kesin. O halde, ışığın hangi yönden geldiğini; gölgede mi yoksa yoksa güneşli bir yerde mi bulunduğumuzu nasıl anlayabilir; ne kadar büyüyebileceğimizi, ne zaman çiçek açacağımızı nasıl bilebilirdik? Bunun gibi, yapraklarımızı yemeye kalkışan böceklerin farkına varabilir ve onlara karşı önlem alabilir miydik? Tüm bunlar sağlıklı bir bitkide olması gereken özelliklerdir. Öyleyse, tıpkı biz insanlardaki gibi, bitkiler için de görme, koku alma, tad alma, dokunma ve hatta işitme yaşamsal önem taşıyor.

BİR YABANİ KABAK TÜRÜ olan *Bryonia dioica*, en duyarlı bitkilerden. Bu yönüyle Almanya'nın Ruhr Üniversitesi biyologlarından Christian Bockelmann'ın ilgisini hep çekmiş. Araştırmacı, bitkinin sürgünlerinden birini başparmağı ve işaretparmağı arasına alıp paslı bir demir çubuğu, sürgünün üzerinde saniyelik aralarla 20-30 kez gezdiriyor. Bockelmann bu işi yaparken oldukça sabırlı ve dikkatli davranması gerektiğinin bilincinde. Çünkü, ancak bu şekilde davrandığında, bitkiden yanıt alabiliyor. Daha önceki deneylerden, bitkinin kısa süreli dokunmalara, küçük vuruşlara ve düzgün yüzeyli cisimlerle yapılan dokunuşlara yanıt vermediğini biliyor.

Çalışma sürerken birden bitki, Bockelmann'ın parmakları arasında hareketlenmeye başlıyor. Sarılgan bitki, birkaç dakika sonra demir çubuğu "yakalıyor." Bunu gören araştırmacı, bitkinin, bu başarılı gösterisinden sonra sürgününü koparmaya kıyamıyor; sarıldığı demir çubukla birlikte bir desteğe tutturuyor.

Gerçekte Bockelmann, deneylerinde kullandığı bitkilere karşı her zaman bu kadar duyarlı davranmıyor. Çalıştığı üniversitenin iklim odasında düzinelerce *Bryonia* sürgünlerini kesip, bunları sıvı azotta şoklama yaparak donduruyor. Sonra da, donmuş bitkileri laboratuvarı yapıtaşlarına ayırıyor. Tüm bunları yapmasındaki amacı, demir çubuk deneyiyle ortaya koyduğu, bitkilerdeki bu olağanüstü tepkiyi açıklayabilmek. Bitkilerin mekanik uyarılara karşı, sanki hedeflerini biliyormuşçasına gösterdikleri hızlı tepkiler araştırmacıyı büyülüyor.

Bockelmann'ın doktora danışmanı Elmar Weiler, yabancı kabağı uzun yıl-

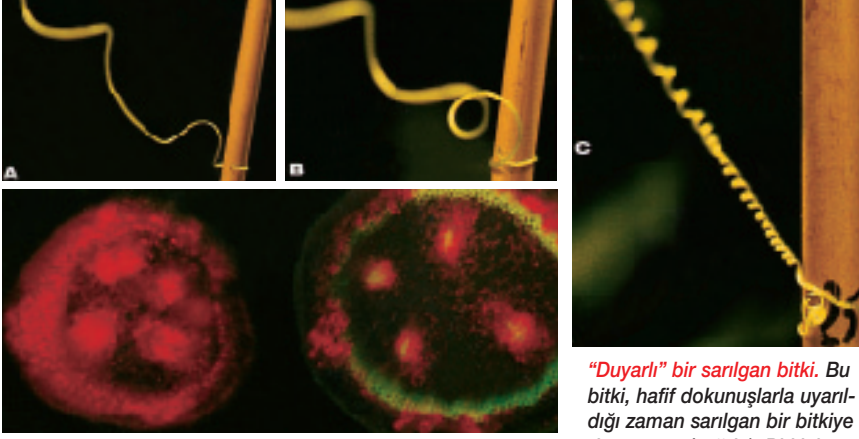
lardan beri araştırmakta. Bitkinin minik duyu organları 1885'ten bu yana bilim dünyasına biliniyor. Bunlar, sürgünlerin yüzeyindeki hücrelerin oluşturduğu, bir milimetrenin birkaç binde biri "küçüklüğündeki" mantar biçimli çıkıntılardır. Bu duyu organları, bir ağacın kabuğundaki ya da bir duvardaki en ince girintileri algılayabiliyorlar. Weiler, bu bitkinin duyu organlarının insanın parmak ucuna göre çok daha duyarlı olduklarını saptamış.

Weiler gibi duyu araştırmacılarının elde ettiği bulgular, bitkilerle ilgili bugüne kadar bilinen gerçekleri önemli ölçüde sarsacağa benziyor. Daha önce, çobançantası otunun "zamanın" far-



Renkleri ayırt edebilen sebzeler.

ABD'de, deney amacıyla kullanılan bu tarlada, renkli folyoların bitkilerin büyümesine olan etkileri araştırılıyor. Yapılan deneyler, domates bitkisinin koyu kırmızı folyo üzerinde daha hızlı büyüdüğünü ortaya koydu. Bitki, kırmızı folyodan yansıyan ışığı, üzerine düşen ışık miktarını engelleyebilecek komşu bitkilerin varlığı olarak algılıyor. Buna karşılık yeşil biber en iyi sarı folyo, kabak ise en iyi mavi folyo üzerinde yetişiyor.



"Duyarlı" bir sarılgan bitki. Bu bitki, hafif dokunuşlarla uyarıldığı zaman sarılgan bir bitkiye dönüşüyor (sağda). Bitkinin

sürgünü bir bambu çubuğunu "fark ediyor." Önce hafif, sonra giderek daha fazla kıvrılmaya başlıyor (A). Birkaç dakika sonra sürgün, çubuğu "yakalıyor" ve ona sarılıyor (B). Sürgün, 24 saat sonra, boydan boya kıvrılmış ve çubuğa sınımsı sarılmış duruma geliyor (C). Yabani kabağın sürgününden kıvrılmadan önce ve sonra alınan kesitler (üstte solda): Yeşil hücreler, bunların uyarılmadan ötürü odunlaştığını gösteriyor. Böylece kıvrılan kısımlar bozulmadan kalabiliyor.



kında olduğunu, çevresinde olup bitenleri algılayarak tepki gösterdiğini ya da bir çınar ağacının her esintiyi, yakınında yakılan bir ateşin yaydığı sıcaklığı ve kendisine doğru yaklaşmakta olan aç tırtılların kokusunu algılayabildiğini kim bilebilirdi ki? Araştırmacılar, bitkilerin bu yeteneklerinin farkına gen teknolojisi sayesinde ya da hücrekültürü yöntemiyle varabildiler.

Bu çalışmalar sırasında, bitkilerle insanlar ve hayvanlar arasında büyük paralellikler olduğunu görüyorlar. İnsanın merkezi sinir sisteminde yaygın olarak bulunan bir madde olan glutamat, bitkilerde, ışıktan yararlanmada çok önemli rol oynuyor. Aspirinde bulunan bir ağrı kesici madde olan asetil salisilikasit, bitkilerin "yaralanmalara" verdikleri tepkileri azaltıyor.

Hollanda'daki Wageningen Üniversitesi'nden Marcel Dicke, bitki duyularının araştırılması yönündeki hızlı gelişmelere dikkat çekerek, bitkiler dünyasının, hayvanların ve insanlarınkinden pek de farklı olmadığını vurguluyor. Araştırmacı, insanların bitkileri küçümsediklerinden de yakınıyor.

Bu alandaki her çalışmada daha birkaç yıl öncesine kadar hiçbir araştırmacının olasılığını kabul etmediği şaşırtıcı yeni bulgular elde ediliyor.

Araştırmalar, her bitkinin büyük olasılıkla bir "dokunma" duyusuna sahip olduğunu akla getiriyor. Bitkiler, böylece dış ortamdan gelen uyarıları "hissedebiliyor", rüzgârı, yağmuru ayırt edebiliyorlar. Gelişmiş "koku alma" duyuları sayesinde de bulunduk-

ları bölgedeki kokuları, hatta yapraklarını yemek üzere yaklaşan düşmanlarının kokularını algılayabiliyorlar. Araştırmalarda ayrıca bitkilerin "görme" duyuları üzerinde duruluyor. Bitkinin üzerine düşen ışığın özellikleri, bitkiye çevresinde olup bitenle ilgili, örneğin, yanı başında başka bitkilerin de bulunduğu "bilgisini" veriyor. Araştırmacılar, bitkilerin "tat alma" duyularına ilişkin de ilginç bulgular elde etmişler. Şöyle ki: Bitkilerin kökleri, toprağın içindeki besleyici maddelerin dağılımını algılayabiliyor ve gelişimlerini bu toprağın özelliklerine uyum sağlayarak sürdürüyorlar.

Edinburgh Üniversitesi'nden bitki fizyoloğu Anthony Trewavas'ın bu konudaki bulguları oldukça kesin. Araş-



Mavi ışıkta büyüme. Mavi ışık, bir tür tere olan *Arabidopsis thaliana*'nın büyümesini hızlandırıyor. Gen teknolojisiyle bitkiye nakledilen ve parlamayı sağlayan maddeler, büyük miktarda salınan kalsiyum iyonlarına tepki gösteriyor ve yaprağın parlamasına yol açıyor.

tırmacıya göre bitkiler, çevrelerinden gelen 18 değişik uyarıyı algılayabiliyorlar. Bu uyarıların her birinin şiddeti değişken olmakla birlikte, birbirlerini de etkileyebiliyorlar. Yirmi yılı aşkın bir süredir bitkilerin dış ortamdan ulaşan bilgileri nasıl işlediklerini araştıran Trewavas, onların beyinleri ve sinir sistemleri bulunmamasına karşın çok gelişmiş algılama yetilerinin olduğunu saptamış. Bilim adamı, bunu şöyle açıklıyor: "Bir tehlike anında hayvanlar gibi kaçamadıklarından, bitkilerin çevrelerinde olup bitene ilişkin kesin bilgi edinmeleri gerekiyor."

Bitkiler, yaşamda kalmak için ışığa gereksinim duyan canlılardır. Bunun için güneş ışığını enerji kaynağı olarak kullanıyorlar ve karbondioksitle suyun ışıklı ortamda kimyasal olarak glukoz ve oksijene dönüşmesi işlemini, yani kısaca fotosentez yapıyorlar.

Ancak, bir tohumun filizlenirken enerji kazanımına başlayabilmesi için başlangıçta renksiz olan tohumun içinde yapraklara yeşil rengini veren klorofil adlı renk maddesinin oluşması gerekiyor. Bundan başka, enzimlerin üretilmesi ve tepkimenin sağlıklı bir biçimde yürütmesi için hücre iç yapının oluşturulması gerekiyor.

Bir tohum, rüzgârla, bir kayanın karanlık çatlağının içine sürüklendiğinde, bütün bu hazırlıklar sekteye uğruyor. Soluk renkte yaprakları olan beyaz bir filiz yaşamda kalabilmek için kurtarıcı bir parlaltı arayışına çıkıyor. Hastalıklı görünen filizin sağlıklı yeşil rengine kavuşması için günde yalnızca birkaç dakika düşen gün ışığı yetiyor.



Bitkiler zamanın bilincinde. Bu deneyde kullanılan bitkinin büyümesi 24 saat boyunca bir kızılötesi kamera tarafından izleniyor. Kameranın çekimlerinde, bitkinin günlük ritmi görülebiliyor (sağda). Sabahları yoğun bir selüloz dolaşımı gözlemlenirken (turuncu-kırmızı), öğleden sonraları dolaşım azalıyor ve büyüme neredeyse duruyor (yeşil-mavi).

Bu olay, ışığın bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra daha başka işlevleri olduğunu da gösteriyor. Sözgelimi bitkiler büyümelerini ışıktan aldıkları bilgilere göre ayarlıyorlar. Bu olgunun sırrı da güneş ışığının yapısında yatıyor. Beyaz ışık, farklı dalgalı boyundaki ışınlardan oluşuyor. İnsanın gözü bu ışınlardan yalnızca bir bölümünü, gökkuşağında da görebileceğimiz, kısa dalgalı boyundaki mor ışıktan, uzun dalgalı boyulu koyu kırmızı rengi algılayabiliyor. Oysa bitkiler, bu renk tayfının dışındaki ışınları da algılayan duyarlı pigmentlere sahip. Bu da onların ışığa karşı olağanüstü duyarlı olduklarını açıkça gösteriyor.

Araştırmacılar, yaptıkları deneyler sonucunda örneğin, göbekli marul tohumlarının 660 nanometre dalgalı boyundaki açık kırmızı ışıktan daha kolay filizlendiklerini saptamışlar. Bu dalgalı boyundaki ışıktan çok az bir miktar bile, bitkinin soluk renkte kalmamasını sağlayıp birincil yapraklarının canlı yeşil renge bürünmesini, iletim damarlarının işlevlerini sağlıklı bir biçimde yerine getirmesini ve büyümesini sağlıyor. İnsanın algılayabildiği renk tayfının sınırında yer alan 730 nanometre dalgalı boyundaki koyu kırmızı ışığıysa tohumlar bir durdurma işareti olarak algılıyorlar. Nitekim deneyler, çimlenme başladığında bile, bu dalgalı boyundaki ışığın, bitkinin gelişimini durdurduğunu gösteriyor. Açık kırmızı ışıktan sonra beş dakika boyunca koyu kırmızı ışık verildiğinde çimlenme işlemi duruyor.

Bitkilerin ışığa karşı bu kadar duyarlı olmalarını sağlayan bir grup fitokrom, yıllardan beri araştırmacıların ilgi odağı. Fitokromlar, bir dizi biyokimyasal işlemin yerine gelmesini, böylece bitkinin iç yapısının gelişmesini sağlıyorlar. Bunların dış ortamdan elde ettikleri bilgiler, yalnızca ışığın içerdiği kırmızı rengin miktarından oluşmuyor. Aynı zamanda güneş ışınlarının şiddetini ve gökyüzünden düşen odaklanmış ışığın salınım düzlemini ölçüyorlar. Bir başka olağanüstü özellikleri de bitkilere, “gölgeden sakınma” becerisini kazandırmaları.

Bilim adamları, kimi bitkilerin kendilerine ulaşan güneş ışığından en yüksek düzeyde yararlanmak için birbirleriyle bir yarışa, bir tür boy yarışına girdiklerini düşünüyorlar. Bu bitkiler, yanlarındaki başka bitkilerin daha fazla uzayacaklarını ve böylece üzerlerine güneş ışığı düşmesini engelleyeceklerini “tahmin edebiliyorlar”. Bu tür bitkilerin boyları, “sıkışık” ortamlarda, seyrek ortamlara göre daha hızlı uzuyor. Yanlarında başka “rakip” bitkiler bulunduğu zaman büyümelerini ters yönde sürdürüyorlar.

Bu olgu, araştırmacıların, fitokromların karmaşık işlevlerini daha iyi anlamalarını sağladı. Buna göre, doğrudan düşen güneş ışığı, açık kırmızı ışıktan uzun dalgalı boyundaki koyu kırmızı ışığı yaklaşık aynı şiddette içeriyor. Sıkışık biçimde duran bitkilerin olduğu yerdeyse koyu kırmızı ışık miktarı artıyor. Bunun nedeni, yeşil renkteki ortamın, ışığın koyu kırmızı bölümünü

büyük oranda geri yansıtmasıdır. Fitokromlar, ışığın şiddetindeki bu değişimleri şu şekilde algılıyorlar: Komşu bitki, ışığa doğru uzuyor. Büyümeyi hemen hızlandırmalıyız!

ABD’nin Güney Carolina eyaleti Tarım Bakanlığı’na bağlı bir araştırma merkezinde çalışan bir grup bilim adamı, bitkilerin farklı dalgalı boyundaki renkler karşısında gösterdikleri davranışları ürünün artırılmasında kullanmaya çalıştılar. Araştırmacılar, domates tarlalarının zeminini değişik renklerdeki plastik folyoyla kapladılar. Daha sonra da farklı renklerdeki folyolar üzerinde yetişen ürünle daha önceleri her zaman kullanılan siyah folyo üzerinde yetişen ürünle karşılaştırdılar. Bu deneyin sonucunda, kırmızı renkteki folyonun, yetişen domates miktarını yaklaşık % 20 artırdığını gözlemlediler.

Kırmızı folyonun sırrı, yansıma yeteneğindeydi. Çünkü koyu kırmızı ışığı daha şiddetli olarak yansıtıyordu. Yaprakların alt kısmına düşen bu ışınlar, bitkilere “Dikkat düşman var!” mesajını veriyordu. Işık için verilen bu mücadelede hep ön saflarda yer alabilmek için bitkiler, sapın, yaprakların ve meyvelerin büyüme hızını artırıyorlar. Dahası, kök sistemine daha az enerji aktararak, bunlarla beslenen parazitlerin besin kaynağını azaltmış oluyorlar. Böylece de bitkinin kökleri parazitlerden önemli ölçüde korunmuş oluyor.

Bilim adamları, renk tayfının öteki ucunda yer alan mavi ve mor ışıktan ilgili olarak da ilginç olgular ortaya çıkardılar. Charles Darwin, 1881 yılında, ışığı bir kalsiyumdikromat çözeltisinden geçirmeyi denediğinde, bitkilerin yönlerini güneşin konumuna göre ayarlamayı bıraktıklarını saptamıştı. Bunun nedeni, çözeltinin mavi dalgalı boyulu ışınları soğurmasıydı. Oysa öteki dalgalı boyuna ait ışınlar çözeltiden geçebiliyordu. Darwin’in tahminlerine göre kısa dalgalı boyundaki ışık, bitkilerin davranışlarında önemli rol oynuyordu. Darwin’in bu saptaması, bitkilerde mavi ışık alıcı organlarının (reseptörlerin) varlığına ilişkin ilk belirtiydi. Bunlara “kayıp pigmentler” anlamına gelen “kriptokromlar” adı verildi. O yıllarda bilim adamları, bu maddelerin doğasını açıklamada oldukça zorlanmışlardı.

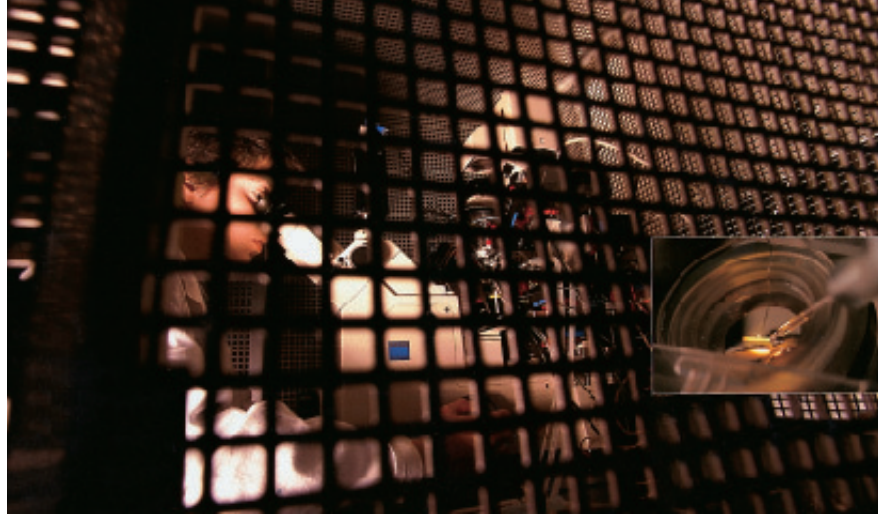
Bu olgu, gen teknolojisiyle ilgili çalışmaların başlamasıyla açıklığa ka-

vuştı. Bitki genetiğindeki olağan işleyişi, “bir çekiçle makineye vurup onu parçalama ve sonra da makineye ne olduğuna bakma” olarak açıklayan Jonathan Gershenzon, bu yöntemi İsviçre’de kimyasal ekoloji araştırmalarının yapıldığı Max-Planck Enstitüsü’nde uyguluyor. Gershenzon, bitkisel bağışıklığı koruyan maddelerin hastalığa yola açan virüsler, bakteriler ve başka parazitler karşısındaki davranışlarını inceliyor. Bitki genetiğiyle uğraşmak aslında kumar oynamaktan farksız: Deneyde kullanılan bitkilerin kalıtsal materyallerinde yapılan bir müdahalenin ne tür değişimlere yol açacağı bilinmiyor. Genellikle tütün bitkisinin kullanıldığı bu tür deneylerde uzun incelemelerden sonra, mutasyona uğrayan bitkinin ne şekilde etkilendiği ortaya çıkıyor. Bu deneylerin sonunda bitkinin biyokimyasal bireşim yolu, çiçek oluşumu ya da ışığa duyarlılığı yapılan işlemde etkilenebiliyor.

Bu şekilde üretilmiş ve mutasyona uğramış yüzlerce bitkinin DNA’ları büyük zarar görmüştü. Ancak içlerinden bazıları, araştırmacıların “kayda değer” bulunduğu hatalara sahipti. Dıştan sağlıklı görünen bitkilerin bir eksiği vardı. Bunlar mavi dalgaboyundaki ışığa karşı duyarsızdı ve renksiz yapraklarını güneşe doğru değil, gelişigüzel, sanki karanlıkta geliyormuş gibi, her yöne doğru çıkarıyorlardı. Bu mutasyona uğramış bitkilerde, mavi ışığın algılanmasını sağlayan kalıtım bilgileri bozulmuştu. Bu olgu, ilgili genlerin DNA’lar üzerinde aranması için bir çıkış noktası oluşturdu.

Bilim adamları, kriptokromlara ve son yıllarda keşfedilen, renk tayfinin kısa dalgaboyuna ait bölümünden başka pigmentlerin taşıdığı ek bilgilere ilişkin yalnızca tahminlerde bulunabiliyorlar. Ne var ki bitkilerin zamana karşı duyarlı oldukları konusunda birleşiyorlar. Büyük olasılıkla bütün canlıların organizmalarının 24 saatlik ritmlere göre çalıştığını düşünüyorlar. Metabolizmalarının belirli bir ritimde çalışmasına yol açıyor bu olgu. Kriptokromların, gün ışığının değişen mavi ışık miktarını ölçerek bitkilerin içindeki saati düzenledikleri sanılıyor.

1998 yılında kriptokromlarla ilgili yapılan araştırmalar hız kazandı. O yıl, insanlarla farelerin gözlerinin ağtabakalarında neredeyse tıpatıp aynı pig-



Kafes içinde ölçüm. Bir biyolog, çok hassas elektrodlar yardımıyla yabancı kabağın hücrelerindeki iyon akımlarını inceliyor. Akımlar, bitkiye dokunulması sonucunda oluşuyor ve sürgünlerin kıvrılmasına yol açıyor. Araştırmacı, elektriksel alanların ölçümleri olumsuz etkilemesini önlemek için bir faraday kafesinin içerisinde çalışıyor.

mentlere rastlanmıştı. Bu pigmentler, kemirgenlerin 24 saatlik günlük ritmin düzenlendiği tahmin edilen beyinlerindeki bir bölgeye ait sinir hücrelerinde de bulunuyordu. Aynı şekilde, bir meyve sineği türü olan *Drosophila melanogaster*’de de bu ışığa karşı duyarlı molekül, sineğin vücudunun günlük ritmini düzenliyor.

O halde, akla şu soru geliyor: Kıtalararası bir uçuştan sonra, zaman farkından dolayı, insanda ortaya çıkan belirtilerle (jetlag) lalelerin taçyapraklarını akşamları kapatmasının biyolojik kökeni aynı mıdır? Bilim adamlarının, bitkilerle başka canlıların genetik yapıtaşlarını karşılaştırmaları sonucunda, memelilerle böceklerin kriptokromlarının bitkilerdekilerden çok farklı oldukları ortaya çıktı.

Bitkilerdeki kriptokromları keşfeden ve araştırmalarını ABD’nin Pennsylvania Üniversitesi’ndeki Biyoloji Enstitüsü’nde yürüten Anthony Cashmore, paralel evrime örnek olarak, bu grup pigmentlerin iki kez ortaya çıktığını vurguluyor. Günümüzdeki bakteriler ve arkebakterilerde mavi ışığa duyarlı algılayıcıların olmadığına dikkat çeken Cashmore, bunların büyük olasılıkla ilk ökaryot hücrelerle birlikte, yani 1,8 milyar yıl önce ortaya çıktıklarını öne sürüyor. Hayvanlardaysa, mavi ışığa duyarlı pigmentler, bitkilerin evrim sürecinden ayrılmalardan sonra, yaklaşık 1 milyar yıl önce ortaya çıktığı söylenebilir.

Bitkilerin duyuları, kriptokromlar örneğinden görülebildiği gibi, en az

hayvanlarınkine kadar gelişmiş. Bu konuda Anthony Trewavas, bitkilerin duyularının hayvanlarınkine oranla daha gelişmiş olduğunu öne sürüyor. Edinburgh Üniversitesi’ndeki Hücre ve Moleküler Biyoloji Enstitüsü’nde araştırmalarını yürüten Trewavas, bitkilerin kapladıkları yaşam alanlarına bakılırsa, araştırmacıların henüz çözemediği olağanüstü becerilerinin olması gerektiğini düşünüyor. Trewavas’a göre bitkiler öğrenebiliyorlar, ayrıca bellekleri de var. Araştırmacı daha da ileri giderek, bitkilerin zeki canlılar olduklarını düşünüyor.

“Kalsiyum Yaşamdır” başlığıyla “Plant Physiology” (bitki fizyolojisi) adlı bilimsel dergide yayımlanan son makalesinde Trewavas, kalsiyum iyonlarının bitki ve hayvanlarda oynadıkları önemli rolü açıklıyor. Kalsiyum iyonları, bitkilerde ve hayvanlarda yaygın olarak bulunan, haberleşmeyi sağlayan maddelerdir. Bitkilerin hücreleri büyük enerji harcayarak sitoplazmadan, bunun içinde yüzen ve ince bir zarla kaplı torbacıklar olan organelerin içine kalsiyum iyonları pompalıyorlar. Bu kalsiyum iyonlarının bir kısmı hücre zarından dış hücre çeperine ulaşıyor ve orada depolanıyor. Dinlenme anlarında bu depolardaki yoğunluk, plazmadakine oranla 10 000 kez daha fazla olabiliyor. Bunu, baraj göllesindeki enerji depolama yöntemine benzetebiliriz.

Bitki bir şekilde uyarıldığı zaman, zarların içindeki moleküler “su bentleri” açılıyor ve kalsiyumun depolardan



Düşmana karşı asit. Biyologlar, iklim odasında tütün bitkisinin savunma yöntemlerini araştırıyorlar. Bitkiler, yaydıkları kimyasal buharın yakalanabilmesi ve analiz edilebilmesi için üst kısımları kesilmiş pet şişeler içinde yetiştiriliyorlar. Tütün bitkileri, tırtılların istilasına uğradıkları zaman, savunma yöntemi olarak nikotin asidi salıveriyorlar. Bu zehir yaprakları yiyen tırtılların salyasında tespit edilebiliyor.

yeniden hücre plazmasına akması sağlanıyor. Buradaki yoğunluk arttıkça, “pomplar” da iyonların yeniden “baraj gölünü” doldurmaları için o derece çok çalışıyor. Bu sırada barajın kapıları kapanıyor. Birkaç saniye sonra, her şey yeniden eski durumuna dönüyor.

Hücre içindeki ikinci bir kalsiyum seli zincirleme bir etkiye yol açıyor. Enzimler etkin duruma geliyor, moleküller biçim değiştiriyor, karmaşık protein bileşikler parçalanıyor, kalıtım bilgileri okunuyor. Güneş ışınları, ani soğuklar, kuraklık gibi olgular bitkilerde bir kalsiyum nehrinin oluşmasına yol açıyor. Bitkiler, özellikle sarsıntılardan olumsuz etkileniyorlar. Bu nedenle araştırmacılar deneyler sırasında, bitkilere herhangi bir zarar gelmemesi için çok dikkatli davranıyorlar.

Trewavas, birkaç yıl önce bir meslektaşıyla yaptığı deneyde tütün bitkisinde ve başka bitkilerde bilginin nasıl işlendiğini canlı olarak gözlemlene olanağını bulmuş. Bilim adamları, bir denizanası türü olan *Aequorea victoria*'ya ait bir geni, tütün bitkisinin kalıtsal materyaline eklemişlerdi. Daha sonra da bu transjenik bitkiyi yetiştirmişlerdi. Bu denizanası türü, içerdiği aequorin proteini nedeniyle mavi renkte parlıyordu. Bitkinin üzerine buzlu su döktüklerinde bitki tıpkı denizanasında olduğu gibi, bir an için parlıyordu. Bu tütün bitkisinden elde ettikleri bitkiler de hücrelerinde, kalsiyum iyonlarıyla temas ettiğinde mavi ışık saçan aequorin proteinini içeriyorlardı.

Burada akla şu soru geliyor: Herhangi bir uyarı, kalsiyum kapılarının açılmasını sağlıyorsa, o halde hücre nasıl oluyor da –yabani kabak türü

Bryonia dioica'da olduğu gibi– bir dolu tanesiyle güvenle tutunabileceği bir ağaç dalı arasındaki farkı algılayabiliyor?

Trewavas, gerçekte işin sırrının hücrenin kendisinde olduğundan emin. Herhangi bir uyarının ardından hiçbir zaman hücrenin tümü değil, yalnızca belirli bir bölümü parlıyor. Öyleyse, haberleşmeyi sağlayan madde, uyarıcının türüne göre, hücrenin içine değişik yollarla dağıtılıyor.

Dahası, her uyarıya verilen tepkinin hızı farklı oluyor. Kalsiyum iyonlarının etkinliği, buzlu su deneyinde olduğu gibi, hemen başlıyor, beş saniye sonra maksimum düzeye ulaşıyor ve 30 saniye sonra sona eriyor. Buna karşılık sıcaklık, kalsiyum iyonlarının yoğunluğunu birkaç dakika sonra artırıyor, ancak bu yoğunluğu yarım saat kadar koruyor. Kalsiyum tepkimesinin dağılımı ve süresi birlikte, uyarıcının özelliklerine ilişkin bilgiler aktarabilen bir kodu oluşturuyorlar.

O halde her bitki hücrelerinde çok küçük bir biyokimyasal bilgisayar olmalı. Trewavas, bu bilgisayarın çalışma biçimini, hayvanların beyin yapılarını örnek göstererek, aralarında binlerce bağ olan sinir hücrelerinden oluşan bir ağa benzetiyor. Uyarılardan gelen bilgileri, sinir hücreleri değil, bitki hücrelerindeki alanları sınırlı kalsiyum dalgaları işliyor.

Burada, beyindeki etkinlikten farklı olarak, milyarlarca sayıda hücre işbirliği içerisinde değil; her bir bitki hücresi çevreden gelen uyarıları tek başına işliyor. Bunun nedenini Trewavas şöyle açıklıyor: Sinirsel etkinliklerin bir bölgede, yani beyinde toplanması, ayrıca çevredeki biçimlerin, ken-

di hareketlerinin ve hatta duygularının algılanması, yaşamı boyunca toprağın içinde sabit duran bir organizmanın yaşamda kalması için uygun değil. O nedenle, Trewavas'a göre, bitkilerin müziği algılayabildiklerini kanıtlamak olanaksız görünüyor. Bunun yerine, zekânın varlığına ilişkin öğrenme, bellek ve bilgilerin işlenmesi gibi genel ölçütlere bakıldığında, bitkiler üçünü de yerine getiriyor. Trewavas'ın bu görüşleri daha epeyce tepkiyle karşılanacağı benziyor.

Jena'daki Max-Planck Kimyasal Ekoloji Enstitüsü Başkanı Ian Baldwin, ABD'nin Nevada eyaletindeki Great Basin havzasında, tütün bitkisi *Nicotiana attenuata* ile ilgili olağanüstü bir olgu keşfetmiş. Yazın başlamasıyla, havza üzerine çöken fırtına bulutlarından yere düşen yıldırımlar, çoğu zaman, kuru bitkilerin tutuşmasına yol açıyor. Toprağın ve kurumuş bitkilerin yanarken yaydıkları dumanın içerdiği kimi maddeler, *Nicotiana attenuata* tohumlarını kimi zaman 115 yıllık uykularından uyandırıyor.

Yangının sona ermesi, bu bitkinin tohumları için yaşama kavuşma anlamına geliyor. Yangın, bu tütün bitkisinin birçok rakibini yok etmiş ya da gübreye dönüştürmüştür. Tütün tohumu için gelişmenin tam zamanı. Aslında pek fazla da zaman yok gibi. Çünkü bir yıl sonra, tıpkı bu bitki gibi başka türdeş bitkilerin tohumları çimlenebilir ve besin kaynaklarına ortak olabilir. Dahası, tütün bitkisiyle beslenen tırtıl türü *Manduca sexta*, yeni çıkan filizleri yiyebilir.

Araştırmacı Ian Baldwin, bitkilerin sürekli değişen çevre koşullarına uyumunu gözlemlemek için bu tütün bitkisinin mükemmel bir araç olduğunu düşünüyor.

Süpürge biçimindeki bu bitkinin “davranışları” dumanın kokusunu almaktan öteye gidiyor. Bir *Manduca*, bitkinin yapraklarını yediği zaman, bitki, böceğin tükürüğündeki bir maddede “tanıyor”. Bir çeşit alarm hormonu olan yasmon asidi, köklerde zehirli alkaloid nikotin sentezini başlatıyor. Zehirli nikotin, iletim damarlarından bitkinin tamamına yayılıyor ve böylece düşmanın daha fazla yemesi engelleniyor. Baldwin, bu bitkinin içerdiği nikotin miktarının bitkinin ağırlığının yüzde onu kadar olabildiğini gözlem-



Kokularla yardım çağrısı. Hollandalı bilim adamları, bitkilerin yardım çağrısını gözlemlemek için kürenin üzerine oturttukları tahtakurusunun önüne, patates böceklerinin istilasına uğramış bir patates bitkisini yerleştirdiler ve bitkinin arkasından böceğin bulunduğu yöne doğru hava akımı verdiler. Bu deney, bitkinin koku yayarak bir tür "yardım çağrısında" bulunduğunu gösterdi. Deneyde, tahtakurusu, bitkinin yardım çağrısını algılayarak böcekleri yemek üzere bitkiye yöneldi.

lemiş. Bu miktar insanın ölümüne yol açabilir. Tırtılsa bu sinir zehirinin belirli bir miktarına dayanabiliyor. Böceklerle karşı direnmek, fizyolojik bir zorluğu getiriyor. Bir tehlike anında, bitkinin alarm sisteminin devreye girmesiyle, olağanüstü büyük bir güçle zehir salgılanıyor ve bitki düşmanlarından kurtuluyor.

Aynı alarm hormonları, salatalığın, sarımsağın, soya fasulyesinin ve başka tarım ürünlerinin genel direnme gücünü artırıyor. Özellikle yasemin yağının yoğun kokulu bileşeni yasmon asidi, ayrıca söğüt ağacının kabuğunda bulunan ağrı kesici salisik asit, biyologların uzun bir süreden beri tanıdıkları etkili yara işaretleri. Sıkışmış bir yaprak ya da kırılmış bir sap, bu kimyasal tehlike haberini veren maddelerin en küçük köklere kadar iletilmesine yetiyor.

1980'li yılların sonlarında, ABD'deki Washington State Üniversitesi'nden Ted Farmer ile Clarence Ryan, bir "yalaralanmanın" benzetimini yapmak amacıyla domates bitkilerine metil-yasmonat sürdüklerinde, deneyin akışı değişti. Biyokimyasal analizler, yalnızca yasmonatın sürüldüğü bitkilerin değil, hiç işlem görmemiş bitkilerin de zehirli maddeler salgılayarak olası bir tırtıl saldırısına karşı kendilerini korumaya aldıklarını gösterdi.

Deneyin hangi aşamasında hata yaptıklarını araştıran bilim adamları, o güne kadar açıklığa kavuşmayan bir olguya rastladılar: İşlem görmemiş domatesler, laboratuvardaki metil-yasmonatın büyük olasılıkla kokusunu almışlardı ve olası bir saldırıya karşı kendilerini korumuşlardı.

Böcekler de bitkilerin mücadeleleri sırasında yaydıkları kodu "anlayabiliyorlar". Böceklerin duyu organları o kadar hassas ki, ölçüm aygıtlarının yetersiz kaldığı yoğunlukları bile algılayabiliyorlar. Bitkinin yaydığı koku, parazitlerle beslenen kimi böcekleri harekete geçiriyor. Birkaç metre uzaktan kokuyu algılayan tırtır sinekleri, uyuzböcekleri ve tahtakuruları, zaman kaybetmeden ziyafet çekmek üzere kokunun geldiği yöne doğru giderler.

Hollandalı araştırmacı Marcel Dicke, bir patates bitkisinin çevresindeki canlılar üzerindeki gücünü, çalıştığı enstitünün laboratuvarında bir deneyle gösteriyor. Tahtakurusu, *Perillus bioculatus* adlı patates bitkisine birkaç

metre uzaklıkta, büyük bir siyah kürenin üzerine oturtuluyor. Böcek larvalarıyla kaplı patates bitkisinin bulunduğu yerden böceğe doğru hafif bir hava akımı sağlanıyor. Bitkiden gelen koku siyah-kırmızı renkteki böceğin ilgisini çekiyor. Çok geçmeden kokunun olduğu yöne doğru yürümeye başlıyor.

Dicke, yaptığı deneylerden, patates bitkisinin üzerinde böcek larvaları olmadığı zaman, yaydığı kokunun böceğin ilgisini çekmeyeceğini biliyor. Böyle durumlarda tahtakurusu amaçsız bir biçimde her yöne doğru yürümüş. Oysa yukarıdaki deneyde hedefine kilitleniyor.

Patates bitkisi koku yayarak kendi durumuna ilişkin bilgiler içeren bir tür acil yardım çağrısında bulunuyor. Kendisine "saldıranlarla" ilgili verdiği bilgiler ne kadar kesin olursa, kendisini bu saldırılardan kurtarmak üzere çağırdığı kurtarıcılar görevlerini o kadar başarılı bir biçimde yerine getiriyorlar.

Gerçekte patates bitkisi, "kurtarıcı" çağıran tek bitki türü değil. Laboratuvarlarda yapılan deneylerin sonucunda, şimdiye kadar, farklı ailelere ait 25 başka bitki türünün de aynı becerilere sahip oldukları gözlemlendi. Neredeyse her bitki, ilgili yardımcılarını görevlendirmek üzere, kendine özgü bir yöntem kullanıyor. Pamuk ve fasulye bitkileriyle, bir komşu bitkiye saldırıda bulunulduğunda, bunu "fark edip" takviye güçler "çağırıyorlar".

Mısır bitkisi, durumunu çok iyi "açıklayan" bir imdat çağrısında bulunuyor: Yavru tırtılların saldırısına uğradıklarında, bunlarla beslenen kurtarıcılara çok çekici gelen bir koku yayıyorlar. Oysa koza haline gelmelerine

çok az kalmış ve bitki için tehlikeli olmayan daha gelişkin tırtıllar bitkiyi istila ettiğinde, çevresine yaydığı bilgi genel bir uyarıdan öteye geçmiyor.

Bitki fizyolojisiyle uğraşan bilim adamları, bitkiyi istila eden düşmanın tükürüğünde, bitkiye, düşmanın türü ve yaşına ilişkin bilgi veren bir madde olması gerektiğini düşünüyorlar. Ne var ki yapılan araştırmalarda, bunun hangi madde olduğu bugüne kadar bulunamadı.

Jena'daki Max-Planck Enstitüsü'nün laboratuvarlarında, 1997 yılından bu yana araştırmacılar, bitkilerin "dilini" anlayabilmek için, mısır, pamuk ve soya fasulyeleri bitkilerine düşmanlarını salıyorlar. Havasız ortamlarda yapılan bu deneylerde, bilim adamları, bitkilerin yaydığı kokuları filtrelerle yakalıyorlar ve daha sonra da kimyasal yapıtaşlarına ayrıştırıyorlar. Bitkilerde bulunan sayısız çeşitte maddeyle iletişim kuruyorlar. Bitkilerin "koku dilinde" sıkça kullandıkları terpenoidlerden bile 15 bin farklı tür belirlenmiş. Büyük olasılıkla keşfedilmeyi bekleyen binlerce başka madde bulunuyor.

Bitkilerin daha önce pek bilinmeyen duyularıyla ilgili elde edilen yeni bulgulara karşın Marcel Dicke, bunların biyoloji bilimini temelden sarsacaklarını düşünmüyor. Yıllarını bitkilerle hayvanlar arasındaki iletişimi araştırmaya vermiş olan bilim adamı, bitkilerin bilince, duygulara, düşünce- lere sahip olmadıklarına inanıyor.

Ayşegül Yılmaz Günenç

Kaynaklar:
Moinet, M., "Les Cinq Sens Des Plantes", *Science et Vie*, Mayıs 1999.
"Sensitive Flower", *New Scientist*, 26 Eylül 1998.
Haltmeier, H., "Das Geheime Leben der Pflanzen", *GEO*, Kasım 1999.



Bitkilerin yapraklarına dikkatle baktığımızda, bunların içinden geçen damarlar, kaygan ya da pürüzlü yüzeyleri ve üzerlerini kaplayan ince tüyler dışında pek de bir şey seçemeyiz. Gözümüz daha küçük ayrıntıları seçemez. Oysa, bir yaprak bitinin gözüyle baktığımızda yaprakların yüzeyi, kimi zaman ağaçların sık olduğu bir yağmur ormanına, kimi zaman dev kaktüslerle kaplı bir çöle, kimi zamansa engebeli çorak bir araziye benzer. Günümüzde bilimin farklı dallarında kullanılan ve nesneleri 300 bin kez kadar büyütebilen elektron mikroskopları, bitkilerin değişik işlevleri yerine getiren ve olağanüstü estetiğe sahip olan mikro ölçekli yapılarını ortaya çıkarıyor. Bu mikroskoplar sayesinde, bitkilerin yaşamda kalma savaşlarına, bir anlamda onların "gizli yaşamına" tanık oluyoruz.



"Bilim bir şeyin nasıl çalıştığını açıklarken var olanların nedenini açıklamıyor. Örneğin: Neden, tek bir tür değil de birçok değişik çiçek türü var?" 1942 yılında bir yaz günü kırlarda dolaşırken aklına gelen bu soruyu Fransız yazar ve felsefeci Albert Camus günlüğüne not etmiş.

Camus, kendi kendine sorduğu bu soruyla belki de biyoloji biliminin en

büyük ve henüz anlaşılamamış sırlarından birine parmak basmıştı. Biyoloji bilimi, biyoçeşitliliğin sırrını şöyle açıklıyor: Bir canlının var olmasının nedeni, onun işlevlerini benzerlerine göre daha iyi yerine getirmesinden kaynaklanıyor. Günümüzde var olan yapılar ve organlar, başka çözümlere kıyasla daha verimli çalıştıklarından dolayı ortaya çıktılar.

Peki, o halde yeryüzünde neden bu kadar çok değişik tür yaşıyor? Öyle görünüyor ki yakın zamanda yok olabilecek hem "daha kötü" hem de "daha iyi" yaşam biçimleri var. Durum böyleyse, "en iyinin" -ki evrim süreci-bunu göstermiyor- günümüze kadar gelebilmeyi başarmış olması gerekmiyor mu? Bir meşenin yaprağının doğaya yararı bir akça ağacın yaprağından

daha mı fazla? Bir gül bir zambaktan daha mı işlevsel? Bunu doğrulamak olanaksız. Öyleyse doğada neden bu kadar büyük bir çeşitlilik, koku, renk, biçim ve güzellik var?



Yaklaşık 250 000 değişik türün sınıflandırıldığı bitkiler, doğaya güzellik katıyor, ona belirleyici bir görünüm kazandırıyor. Değişik bitki türleri arasındaki farklılıklar, yalnızca kökleri, gövdeleri, yaprakları ve çiçekleri arasındaki farklardan kaynaklanmıyor. Yapraklarında bulunan ve çıplak gözle göremediğimiz ince tüyler, salgı hücreleri, dikenler de büyük farklılık gösteriyor. Kısacası türler arasında hiçbir yaprak, hiçbir çiçek ve hiçbir diken ve tüy bir diğerine benzemiyor. Mikroskop altında, yaprakların epiderm adlı üstderisi, minik sıradağlara, balta girmez ormanlara, kayalık bölgelere ve engebeli arazilere dönüşüyor. Örneğin, ısırgan otunun yapraklarını kaplayan ince tüyler, gümüş rengi kristal iğneler biçiminde görülüyor. Bu iğnelerin ucundaki sert "başlıklara" dokunulduğunda bunlar kırılıyor ve içerdikleri asetilkolin ile histamin dokunma anında deriye enjekte ediliyor. İşte bu nedenden ötürü ısırgan otuna değdiğimizde bir yanma ve kaşıntı his-

Bu etobur su bitkisinin av yakalamaya yarayan kabarcıkları yaklaşık 1 milimetre büyüklüğünde. Bir noktalarından açılıp kapanabilen kabarcıkların birine küçük bir yengeç yaklaşıp uzantılara dokunduğu zaman kabarcık oradan genişlemeye başlayıp yengeci içine doğru çekiyor.



si uyanıyor. Zeytin ağacının yapraklarını kaplayan yüzey hücreleri ise şemsiye biçimli çıkıntılar oluşturuyor. Deve dilinin ya da lavantanın yapraklarıysa sanki sık beyaz ağaçlarla kaplı. Bu yapılar, havayla dolu hücresel çıkıntılar olup, ipeksi dokunuşa sahipler ve

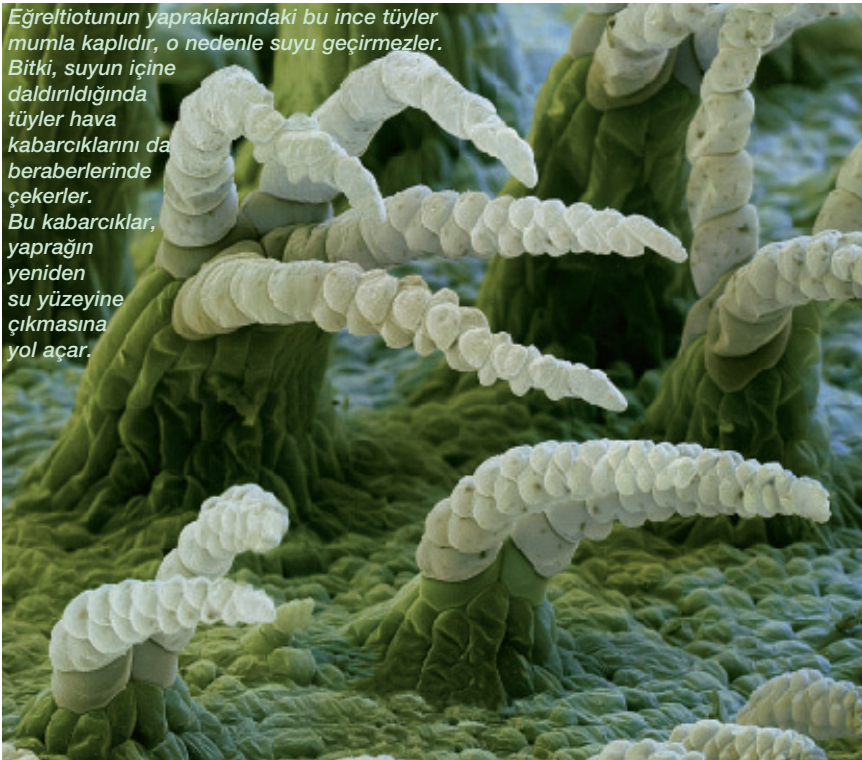
şiddetli ışınının yaprak yüzeyinden yansıtılmasını sağlıyorlar.

Bitkilerin bu mikro ölçekli yapıları, farklı biçimleriyle yeryüzündeki değişik yer şekillerini, bitki örtülerini andırıyorlar: Dikenli bitkilerle kaplı bir çöl, sık yağmur ormanları, tek tük ağaçların bulunduğu geniş bozkır alanlar. Bitkilerin yapraklarını kaplayan bu mikro ölçekli yapılar, her bitki türünde farklı özellikler taşıyor. Bu nedenle bitkileri yalnızca bu mikro yapılarından ayırt etmek mümkün. Mikro yapılar bitkilerin bir çeşit parmak izi sayılabilir. Bu değişik biçimlerdeki yapıların işlevlerine gelince: Bu mikro yapılar bitkilerin kurumalarını ve başka canlılar tarafından yenmelerini önüyor.

Bitkiler, yüzeylerindeki bu kendilerine özgü "çıkıntıları" yaklaşık 400 milyon yıl önce, karadaki yeni yaşamlarına uyum sağlamak ve kendilerini korumak amacıyla geliştirmişler. Yüzeyleri, organizmalarının dış etkilerden korunması ve metabolizmalarının sağlıklı çalışması için sert ve dayanıklı olması gerekiyordu. Bundan öte yaşayabilmek için suya gereksinimleri vardı.



Eğreltiotunun yapraklarındaki bu ince tüyler mumla kaplıdır, o nedenle suyu geçirmezler. Bitki, suyun içine daldırıldığında tüyler hava kabarcıklarını da beraberlerinde çekerler. Bu kabarcıklar, yaprağın yeniden su yüzeyine çıkmasına yol açar.





Bu kaktüsler, dikenlerinin kancalı uçları sayesinde düşmanlarını uzak tutabiliyorlar. Dikenlerin belli belirsiz uçları battığı zaman günlerce acı verebiliyor.



yapısı ve ağacın gövdesinin dairesel biçimi, besin maddelerinin en uygun biçimde iletim damarları tarafından yapraklara saatte 150 metreye varan hızla dağıtılmasını sağlıyor.

Bitkiler karada sudan büyük yarar sağlamışlar. Su, topraktan atmosfere oradan da tekrar toprağa ulaşıyor. Bitkiler, suyun döngüsünü, yapraklarının üstderisindeki ve özellikle de altındaki sonsuz sayıdaki gözenekler (stoma) yardımıyla yerine getiriyorlar. Yaprakların üzerindeki bu gözeneklerin görevleri bitki için yaşamsal önem taşıyor. Bu gözeneklerden hem bitkinin içerdığı fazla su buharlaşıyor, hem havadaki karbondioksit fotosentez yapmak amacıyla emiliyor hem de havaya oksijen salveriliyor. Gözeneklerin en önemli işlevleriyse köklerin topraktan besini almalarını sağlamalarıdır. Sayıları milimetrekarede bine varan gözenekler, su dolaşımı fazla olduğunda kabaran ya da bitki susuz kaldığında büzüşen, karşılıklı duran, fasulye biçimli iki hücre sayesinde açılıyorlar. Bu işlevsel gözenekler sayesinde bitkiler suya

Bitkiler, evrim süreci içerisinde denizden giderek daha fazla uzaklaşmışlar. Suyosunlarından karayosunlarına, daha sonraysa eğreltiotlarına, damarlı bitkilere ve ağaçlara dönüşmüşler. Bu nedenle bitkilerin içerisindeki su dolaşımı giderek daha karmaşık bir durum almış. Oysa su yosunlarının yaşam döngüsü karadaki bitkilere göre çok daha basit. Bunlar kendi kendilerine çoğalıyor, kendi plazmaları içinde yüzüyor ve minerallerle karbondioksiti tüm gövde yüzeylerinden alabiliyorlar. Deniz suyu, organizmalar için bir besin kaynağı gibidir. Organizmalar deniz suyundan besleniyorlar; gerekli besin maddelerini alıyorlar, sonra da onları dönüştürerek salveriyorlar. Bu dönüştürülmüş maddelerden de başka canlılar yarar sağlıyor.



Karaya "çıkan" günümüz bitkilerinin karmaşık yapısı ağaçlara baktığımızda kolaylıkla gözlemlenebilir. Ağaçların kökleri, kilometrelerce uzunluğa ulaşabiliyor. Kökler, topraktaki suyu ve değişik mineralleri emen hücrelerin oluşturduğu küçük çıkıntılardan oluşuyor. Yaprakların simetrik

Bu saraypatının yapraklarının gözenekleri, su kaybını önleyecek şekilde yoğun bir tüy tabakası altında gizlenmiş. Gözeneklerin fotoğrafta gözükmesi için tüylerin bir kısmı yok edilmiş.





Yapraklardaki gözenekler, açılıp kapanarak bitkinin gaz ve su alış verişini sağlıyorlar. Fotoğraftaki gözenek bir zambağa aittir.



Özellikle Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak görülen bu laden çiçeğinin yüzeyinde, yıldız biçimli tüylerle (gri) salgı hücrelerinden (sarı) oluşan dikenimsi uzantılar vardır.

olan gereksinimlerini o kadar iyi düzenliyorlar ki susuz geçen bir yazı kurumadan atlatabiliyorlar. Kurak bölgelerde yaşayan bitkilerde ve çam ağaçlarında gözenekler, su kaybını en aza indirmek amacıyla derin çukurlar içerisinde ya da tüylerden oluşan bir ağ arkasında yer alıyorlar.

Suyun, bitkilerin yüzeyinin tamamından değil, yalnızca gözeneklerden buharlaşması, ayrıca bitkilerin yağış sırasında su emerek şişmemeleri için, bitkilerin yüzeyi tuhaf biçimli balmumu benzeri kristaller salgılıyor. Bunlar, yaprakların yüzeyinin düzgün ve parlak görünmesini, su geçirmez olmaları-

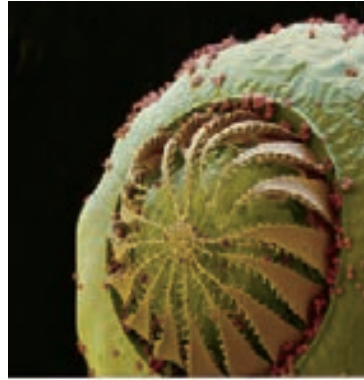
nı sağlıyorlar. Böylece, bitkilerin içerdikleri nem oranının en fazla % 10'u kontrolsüz bir biçimde kayboluyor. Geriye kalan % 90 mikro gözeneklerden geçiriliyor.



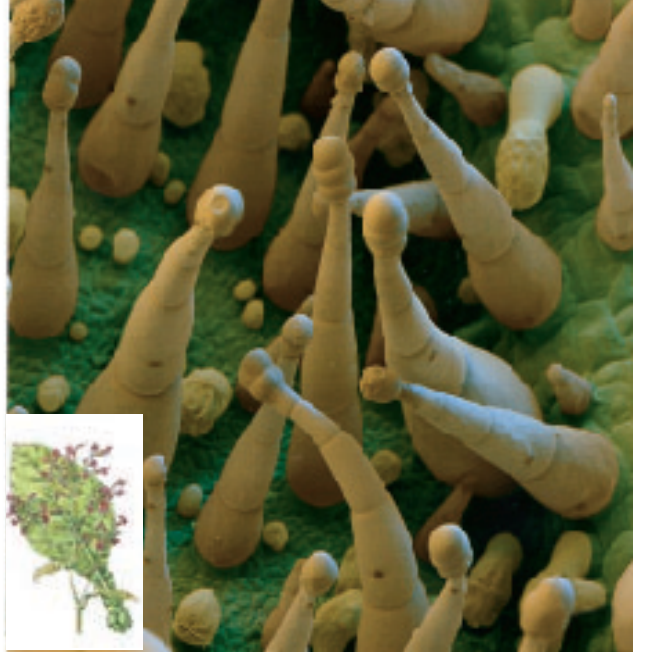
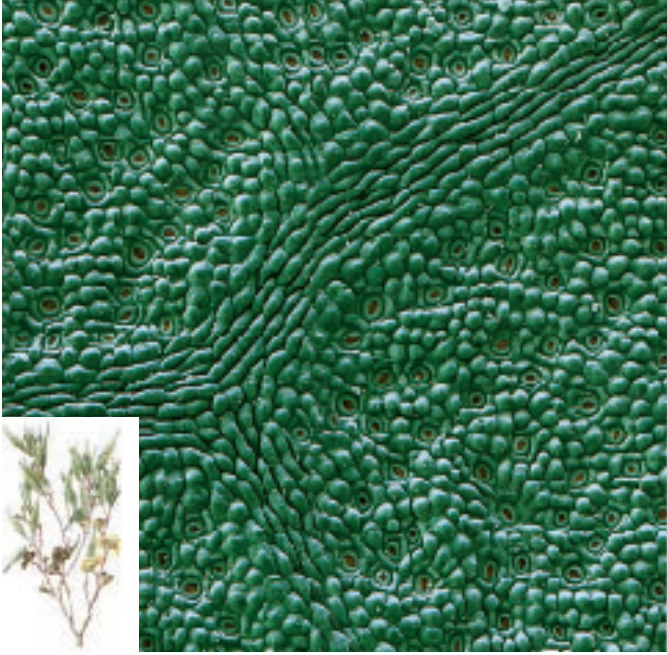
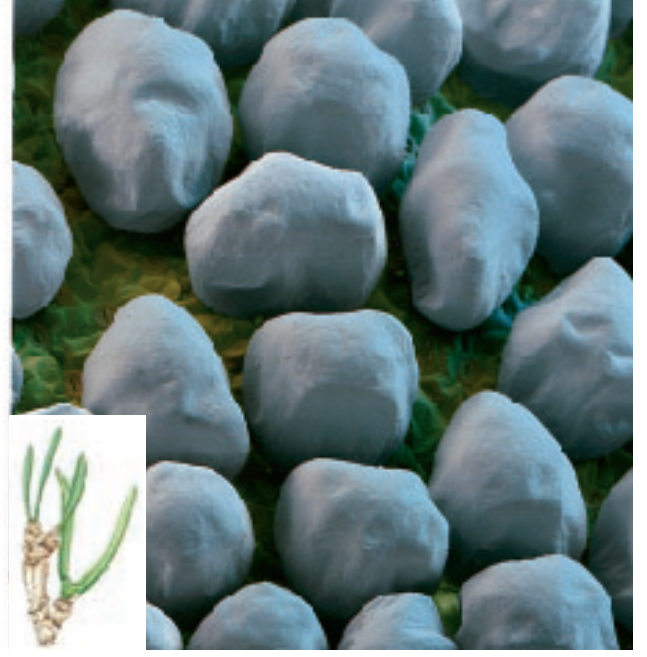
Bitkilerin sınırsız sayıda çeşitlilik gösteren biçimleri ve becerileri gerçekten de olağanüstü. Öyle görünüyor ki bitkilerin evriminde, yalnızca işlevlerini en iyi biçimde yerine getirmek değil, belli bir estetiğe sahip olmak da önem kazanıyor. Yaprakları, renk renk çiçekleri, dallarıyla doğaya tüm güzelliklerini sergileyen bitkiler, diğer canlılar arasındaki yerlerini sağlamlaştırmak için estetik özellikleriyle işlevselliğini birleştiriyorlar bir anlamda.

Özellikle bitkilerin hassas iç yapılarını koruyan dış çeperleri dış dünyayla yoğun iletişim halinde. Yüzeylerindeki ince tüyler, tohumların uçuşmasını kolaylaştırıyor, su bitkilerinin su yüzeyinde kalmasını, ayrıca sarılgan bitkilerde olduğu gibi, bitkinin bir dala sınımsı sarılmasını sağlıyorlar. Hatta orkideler gibi kimi bitkilerde bu tüyler, havadaki nemi emebiliyorlar.

Bitkilerin bu dışa dönük yapısı, tek bir bölümün belir-



Bu yapraklı karayosununun spor keseleri yağış sırasında kapalıdır. Çünkü dışlardan oluşan bir taç açıklığı kapatır. Yağış olmadığında dışlar ayrılır ve sporların (kırmızı) çevreye saçılmasını sağlar.



Zeytin ağacı yaprağının alt kısmındaki bu yıldız biçimli üstderi hücrelerinin; bir Afrika kökenli öğle çiçeğinin yaprağındaki büyük, su tutan hücrelerin (sağ üstte) ve okalıptüs yaprağının alt kısmının kaplandığı mumun (sol altta) ortak işlevleri su kaybını önlemektir. Virjinya tütününün koni biçimli salgı hücreleri, bitkinin düşmanlarının iştahını kesen maddeleri salgılıyorlar.

li bir işlevi yerine getirmesini değil, aynı işlevin bitkinin değişik bölümlerinde aynı anda gerçekleşmesini de beraberinde getiriyor. Bu yapılarından dolayı atık maddeler, memeli hayvanlarda olduğu gibi böbrekler ve karaciğer aracılığıyla değil, tütün bitkisinde ya da sardunyalarda olduğu gibi, yüzeylerindeki tüpe benzer tüylerden (salgı hücrelerinden) dışarı atılıyor.

Bu tür salgılar, bitkilerin ve böceklerin gelişiminde büyük önem taşıyor. Çünkü bitkilerle böceklerin yaşamları iç içedir. Bitkiler çoğu böcek türünün

besin kaynağını oluşturur. Birçok çiçekli bitki de arıların, böceklerin ya da kelebeklerin çiçekten çiçeğe polen taşıyarak döllerme işlemine yardımcı olmaları sayesinde çoğalabiliyor.

Bitkiler birçok canlı için besin kaynağı olmalarına karşın soylarının tükenmemesini içerdikleri değişik maddelere borçlular. Bu maddeler, tırtıllar gibi zarar verebilecek canlıları uzaklaştırıyor hatta kimi zaman ölmelerine yol açıyor. Ne var ki birçok böcek türü bitkilerin salgıladıkları zehirli maddelere karşı bağışıklık kazandı.

Evrım araştırmacıları, bitkilerle böcek türlerinin zenginliğini bu iki sınıf arasındaki yaşamda kalma yarışına borçlu olduklarını öne sürüyorlar. Böcekler, bitkilerin salgıladığı zehire karşı bağışıklık kazandıkça, bitkiler, onlardan korunmak amacıyla sürekli yeni maddeler üretmek zorunda kaldılar.

Böylece milyonlarca yıl süren bir süreçte türler giderek daha bir karmaşık hal aldı ve hayatta kalma adına durmadan yeni yöntemler geliştirdiler.

Bilim adamları, bitkilerin dünyasını araştırdıkça onlarla ilgili yeni şaşırtıcı



Limon otu yaprağının alt kısmındaki yeşil hücreler suyun yüzeyinde oluşan küçük dalgaları andırıyor. Salgı hücreleri (sarı), Asya mutfığında ve kozmetik endüstrisinde kullanılan hoş kokulu değerli bir yağı üretiliyorlar.



Yapraklara gümüş parlantisı veren tüylerin oluşturduğu koruyucu tabakanın altında salgı hücreleri gizleniyor. Hoş kokulu yağ içeren kabağa benzeyen bu hücreler yırtıldığında çevreye lavanta kokusu yayılıyor.



cı bulgular elde ediyorlar. Tarayıcı elektron mikroskopuyla elde edilen bu görüntüler, bizlere, çok küçük de olsa, onların gizemli ve oldukça "hareketli" dünyasına bir pencere açıyor. Ne var ki bu görüntüler de gerçek mikro dünyayı tüm güzellikleriyle yansıtamıyor. Bir cisim

üzerine elektronların gönderilmesi ve bunların yansıtılmasıyla elde edilen görüntülerde, salgı hücrelerinin ezilmesi ya da hücre duvarlarının yırtılması tehlikesi ile karşı karşıya kalıyor araştırmacılar. Ayrıca bu yöntemde bitkilerin gerçek rengi yansıtamıyor. Siyah-beyaz olarak elde edilen görüntüler daha sonra bilgisayarda "gerçek" renklerine kavuşuyorlar.

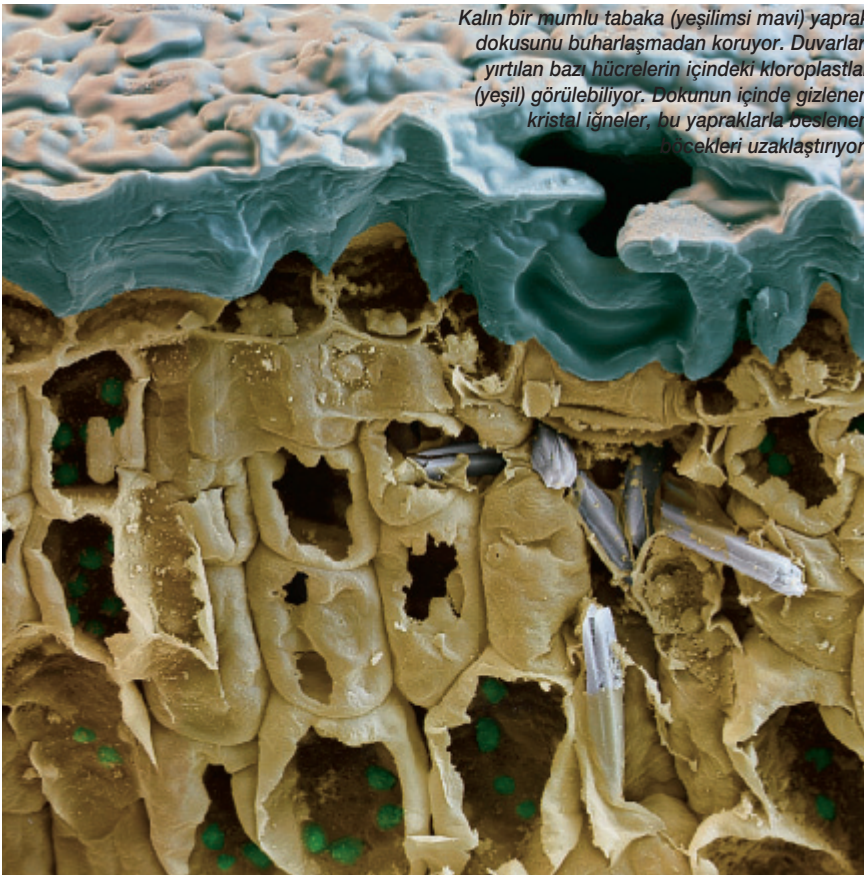
Evrim sürecinde, bitkilerin dünyasına baktığımızda, "canlıların işlevselliğinin" hayatta kalmak açısından en önemli ölçüt olduğu görüşü bir bakıma tek boyutlu bir görüş gibi görünüyor. Bu konuda günümüzün önde gelen biyologları da birleşiyor. İsviçreli biyolog Adolf Portmann daha da ileri giderek, canlıların evrim sürecinde avantajların artırılmasının değil, canlıların kendilerini estetik açıdan güzel sunmalarının en önemli amaç olduğunu öne sürüyor. Portmann, derin deniz ortamlarında yaşayan canlılarla ilgili yaptığı araştırmalar sonucunda, birbirlerini bu karanlık ortamda görmeseler bile, bu canlıların da aslında "güzel" oldukları kanısında.

Bilim felsefecileri Humberto Maturana ve Francisco Varela evrim konusuna şöyle açıklık getiriyorlar: "Evrime, dünya üzerinde dolaşan ve oradan bir iplik, buradan bir teneke kutu, şuradan da bir parça odun toplayan, sonra da bunları yapıların ve koşulların izin verdiği ölçüde bir araya getiren, ayrıca bunları bu şekilde birleştirebilmenin dışında bir amacı olmayan bir sanatçıya benziyor."



Ayşegül Yılmaz Güneç

Weber, A., "Hautnah Im Wunderland Der Pflanzen" *GEO*, Haziran 2000



Kalın bir mumlu tabaka (yeşilimsi mavi) yaprak dokusunu buharlaşmadan koruyor. Duvarları yırtılan bazı hücrelerin içindeki kloroplastlar (yeşil) görülebiliyor. Dokunun içinde gizlenen kristal iğneler, bu yapraklarla beslenen böcekleri uzaklaştırıyor.

Kulağımız Marmara'da

17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerinin ardından, özellikle Marmara bölgesinin depremselliğine ve fay geometrisine ilişkin ulusal ve uluslararası bilimsel projeler büyük bir hızla sürüyor. Bunlardan biri, Okyanus Tabanı Sismometresi Projesi (Ocean Bottom Seismometer-OBS Project), TÜBİTAK ve NATO işbirliğiyle gerçekleştiriliyor. Proje, Prof. Dr. Junzo Kasahara (University of Tokyo), Prof. Dr. Xavier Le Pichon (College de France) ve Prof. Dr. Naci Görür (İTÜ, TÜBİTAK) tarafından yürütülüyor. Bu projenin ilk uygulamalardan biriye geçtiğimiz Nisan ayı sonunda Marmara Denizi'nde yaşama geçirildi. Tokyo Üniversitesi'nden iki aylığına ödünç alınan 10 OBS, Marmara Denizi'nde Çınarcık havzasına yaklaşık 10-13 km arayla yerleştirildi. Yürütücülüğünü Prof. Dr. Junzo Kasahara (University of Tokyo) ve Prof. Dr. Tuncay Taymaz (İTÜ Jeofizik Müh. Böl.) üstlendiği uygulamanın ikinci bölümü bu ay içinde gerçekleştirilecek. Çınarcık havzasından 5-15 Haziran tarihleri arasında çıkarılacak OBS'ların, verilerin kaydedildiği magneto-optik diskleriyle, Nikel-Kadmiyum pilleri değiştirilerek

bakımları yapılacak. İzleyen günlerde bu kez orta ve batı Marmara çukurluklarına yerleştirilmesi planlanan OBS'lar, bir ay süreyle de burada veri toplayacak. Çalışmanın denizde yürütülen bölümüne katkı sağlamak amacıyla düzenlenmiş bir başka bölümü de karada yürütülüyor.

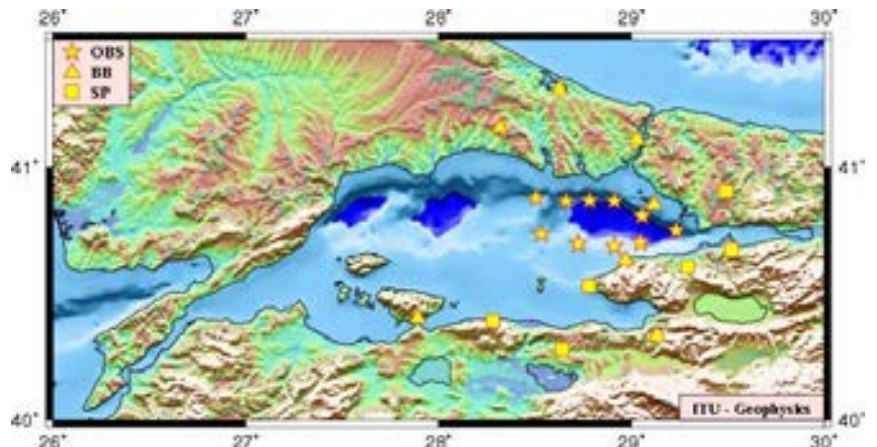
Karada bugüne değin; Büyükada, Bandırma, Yalova, Armutlu-Kapıdağ yarımadası, Altınova, Bursa, Çatalca, Maslak, Avcılar, Gebze ve Silivri'ye toplam 14 (7 adet Broad-Band ve 7 adet Short-Period) sismometre yerleş-

tirilmiş ve bu sayının artırılması düşünülüyor. Karadaki projenin yürütücülüğünüyse Prof.Dr. Alfred Hirn (IPG-Paris), Prof.Dr. Tuncay Taymaz (İTÜ, Jeofizik Müh. Böl.) üstlenmiş.

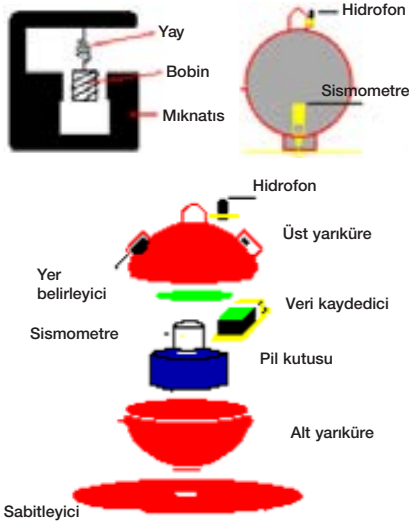
Deniz tabanında, Kuzey Anadolu Fayı'nın kollarına yakın, standart, yüksek duyarlıklı ve eşit aralıklı sistemler kurarak, çok küçük depremleri, fayın davranışını ve bir dizi jeofiziksel parametreleri tanımlamayı amaçlayan bu çalışmanın bir başka önemli yanıysa, ülkemizde OBS'lerin ilk kez kullanıldığı bir uygulama olması. Günümüzde, denizlerde yürütülen sismik araştırmaların vazgeçilmez bir ögesi haline gelen bu aygıtlar gelişen teknolojiyle birlikte kendilerini yeniliyorlar.

OBS'lar

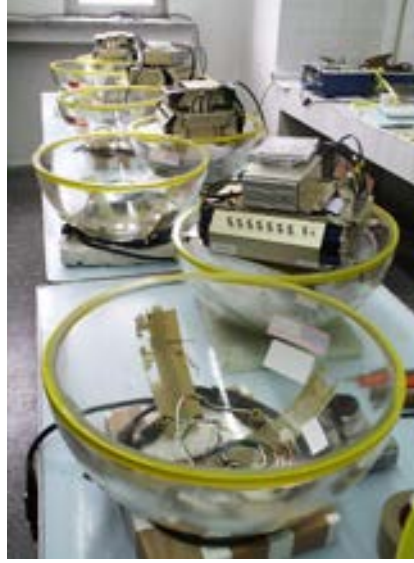
En basit biçimiyle bir sismometre, yay, elektrik bobininden oluşur. Yay, bir ucuna bobini mıknatısın kutupları arasında asılı tutar. Herhangi bir sarsıntıdan mıknatıs ve yay etkilenir. Buna karşın yayın ucunda, asılı haldeki bobin sabit kalır. Bu göreceli hareket, sözkonusu düzenek içinde hareketin hızıyla doğru orantılı olarak bir gerilim (potansiyel farkı) doğurur. Hareketin kaynağı ses dalgalarına gelince, bunların depremlerle yerin derinliklerinde doğal olarak ya da çeşitli araçlar yardımıyla yeryüzünde insan eliyle üretilebilirler. Gelişmiş sismometrelerle alınan kayıtlar hareketin hızı, sarsıntının büyüklüğü ve yerin geometrisi hakkında bilgi verir. Genel olarak yerbilimlerinde kullanılan sismometrelerin farklı amaçlar için geliştirilmiş pek çok türü bulunuyor. Bunlardan biri Okyanus Tabanı sismometreleri, (OBS-



OBS'ların ve karadaki sismometrelerin bulunduğu yerler.



Basit bir OBS'nin bölümleri



Marmara'ya yerleştirilen OBS ünitesiye biraz daha gelişmiş bir teknolojiye sahip. Ünite 16-bit 3-bileşenli (1 dikey, 2 yatay) sayısal 2 Hz sismometre ve kayıt ünitesinden oluşuyor. Kayıt 3.5 inçlik magneto-optic diskler üzerinde 2.5-4 Gbyte kapasiteyle gerçekleştiriliyor. Sıradan OBS'lerden farklı olarak, bu sistem için 30-40 gün yetecek enerjiyi çok özel tasarlanmış Nikel-Kadmiyum piller sağlıyor.

Ocean Bottom Seismometer) ses dalgaları yardımıyla üretilen yer hareketlerini deniz, okyanus ya da göl tabanında kaydedebilecek biçimde tasarlanmış aygıtlardır. Ses dalgaları genellikle bir geminin arkasına bağlanarak su yüzeyinde sürüklenen bir ses kaynağı yardımıyla üretilir. Su yüzeyinde üretilen bu ses dalgaları tabandaki OBS'ye ulaşırken farklı yollar izler. Bunlardan biri aradaki su katmanını geçerek doğrudan OBS'ye ulaşır. Bir diğeri su katmanını geçerek deniz tabanına ulaşır ve burada tabana paralel bir doğrultu izleyerek OBS'ye ulaşır. Bir başkasıysa su katmanını ve tabanı geçerek yerin derinliklerine doğru ilerler. Bu ilerleme sırasında ses dalgalarının bir bölümü karşılaşılan farklı yoğunluklara (fiziksel özelliklere) sahip katmanların sınırlarından yansıyarak OBS'a ulaşır. Ses dalgalarının hızı

yayıldıkları (ilerledikleri) ortamın yoğunluğuyla doğru orantılı olarak artar. Bu dalgaların farklı OBS'lara ulaşma süreleri, büyüklükleri ve aldığı yol belirlendiğinde, araştırmanın yapıldığı bölgedeki tortul katmanların durumu ve yer kabuğunun buradaki yapısı 30-40 km derinliğe kadar gözler önüne serilebilir.

Basit biçimiyle bir OBS, içinde bir alıcının, elektronik devrelerin, sismometrenin, veri kaydedicinin ve sisteme en az 10 günlük enerji sağlayacak alkalın pillerin bulunduğu iki eş parçadan oluşan alüminyum bir küredür. Bu iki yarı küre özel bir kenet sistemiyle birleştirilir. Küre içinde yaratılan hafif bir vakum da iki parçanın daha iyi kapanmasını sağlar. Düzenegin tabanda sabit kalması yani akıntılarla sürüklenmemesi için de, yaklaşık 1m çaplı metal bir diske bağlanır. OBS düzeneğinin her-

hangi bir gemide kurulabilecek bir biçimde tasarlanmış olması ve bu iş için yalnızca OBS'yi denize indirmeye yarayacak bir vince gereksinim duyulması, bu teknolojinin dünyanın pek çok yerinde kullanılmasını kolaylaştırıyor.

OBS'lar deniz tabanına indirilmeden önce programlanır. Çalışma süresini belirleyen bir program ve toplanan veriler OBS'nin 1.3-5.6 Gbyte'lık magneto-optik disklerle kaydedilir. OBS'lerin yerleştirildikten sonra nerede olduklarının belirlenmesiye, aygıtta yerleştirilmiş akustik bir yer belirleyici yardımıyla gerçekleşir. Gemiden gönderilen özel bir frekansla gönderilen sinyal, tabandaki OBS tarafından alınır ve yine özel frekanslı bir sinyal ile yanıtlanır. Bu sinyal alışverişi sırasında geçen zaman kullanılarak OBS'nin tabandaki yeri saptanır. Bu mesafenin doğruluğu yardımcı yöntemlerle de onaylandığında OBS artık çalışmaya hazırdır.

Marmara'ya yerleştirilen OBS ünitesiye biraz daha gelişmiş bir teknolojiye sahip. Ünite 16-bit 3-bileşenli (1 dikey, 2 yatay) sayısal 2 Hz sismometre ve kayıt ünitesinden oluşuyor. Kayıt 3.5 inçlik magneto-optic diskler üzerinde 2.5-4 Gbyte kapasiteyle gerçekleştiriliyor. Sıradan OBS'lerden farklı olarak, bu sistem için 30-40 gün yetecek enerjiyi çok özel tasarlanmış Nikel-Kadmiyum piller sağlıyor.

Bu yazının hazırlanmasındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Tuncay Taymaz'a teşekkür ederiz.

Murat Dirican



Çalışmanın denizde yürütülen bölümüne katkı sağlamak amacıyla düzenlenmiş bir başka bölümü de karada yürütülüyor. Bu amaçla toplam 14 sismometre yerleştirildi ve bu sayının artırılması düşünülüyor.



Hersek Deltasında Paleosismik Kazılar

Istanbul ve çevresine ait tarihsel deprem kayıtları Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) bir parçası olan Yalova segmentinin 1509'dan bugüne değin üç kez hareket etmiş olabileceğini gösteriyor. Buna karşın bu segmente ait yüzey kırıklarının, sözkonusu depremler sırasında Hersek yarımadasını mı kestiği yoksa Marmara açıklarında mı yer aldığı hala üzerinde tartışılan bir konu. Bu çalışmada 17 Ağustos Kocaeli depreminin ardından hava fotoğrafları gözden geçirilerek, bölgenin ayrıntılı yapısal jeoloji haritası güncellendi. Buna ek olarak paleosismik fay kazıları (trench) biçiminde yapılan keşiflerle Yalova segmentinin üzerinde meydana gelmiş en son depremlerin ne zaman olduğunun belirlenmesi amaçlanıyordu. Bu bilgi KAF üzerindeki deprem göçünün devam edip etmediğinin belirlenmesi açısından son derece önemliydi.

KUZEY DOĞU ANADOLU Fayı'nın bir parçası olan Yalova segmenti, İstanbul'un yaklaşık 50 km güney doğusunda yer alıyor (Şekil 1). Segmentin yakın çevresinde büyük yerleşim alanları bulunuyor. Dolayısıyla bu segment üzerinde gerçekleşecek bir depremin, felakete dönüşme olasılığı yüksek. Tarihsel deprem kayıtları Marmara bölgesinde gerçekleşen 1509, 1719 ve 1894 depremleri sırasında Yalova segmenti üzerinde çeşitli yüzey kırıklarının gerçekleşmiş olabileceğini gösteriyor. KAF üzerinde tarihsel depremlerin batıya doğru göçü, 1939 Erzincan depremiyle başlamış (Mw 7,9), en son 1999 Kocaeli (Mw 7,4) ve Düzce (Mw 7,1) depremleriyle devam etmişti. Ancak bugüne değin Yalova segmenti üzerinde belirgin bir kırık gözlenmemişti. Bu nedenle Yalova segmentinin denizde mi kaldığı yoksa Hersek deltasından mı geçtiği, üzerinde sıkça tartışılan bir konu olmuştu.

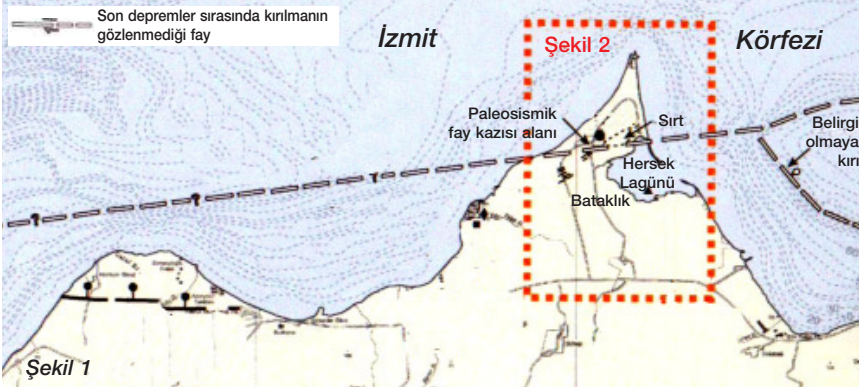
İşte bu çalışmayla, Ekim 1999'da Hersek deltasında gerçekleştirilen paleosismik fay kazıları, genel olarak bu konudaki benzer tartışmalara katkıda bulunma amacını taşıyordu. Çalışmanın hedeflerini daha ayrıntılı olarak şöyle sıralayabiliriz. Yalova segmentinin Hersek deltasını kesip kesmediğini belirlemek ve 17 Ağustos Kocaeli depremi sırasında bu bölgede herhangi yüzey kırığının oluşup oluşmadığını belirlemek; bu segment üzerinde tarihsel ve tarih öncesi dönemde olmuş depremleri belirlemek ve bunlar arasında tarihsel bir sıralama belirlemek; geç Holosende yani günümüzden bir

kaç bin yıl önce gerçekleşmiş yer değiştirmenin hızını belirlemek; yine Holosen stratigrafisine bakarak meydana gelmiş kaymaları ve bunların (neden oldukları depremlerin) büyüklüğünü tahmin etmek. Başka bir deyişle bu segment üzerindeki en son depremin 1894 depremi mi yoksa 1700'lerdeki depremlerden biri mi olduğunu belirlemek, bölgenin deprem riskinin belirlenmesi açısından son derece önemliydi.

Yer Şekilleri

Bölgeye hakim yer şekillerinin incelenmesi ve hava fotoğraflarına dayanılarak yapılan değerlendirmeler, Hersek yarımadasındaki topografik çizgiselliklerin yani yer şekillerinin çizgisel geometrisinin Yalova segmentiyle doğrudan ilişkili olduğunu gösteriyor. Bunun yanı sıra Hersek lagününün geometrisinin ve bulunduğu bölgenin, daha güneydeki Gölcük segmentiyle



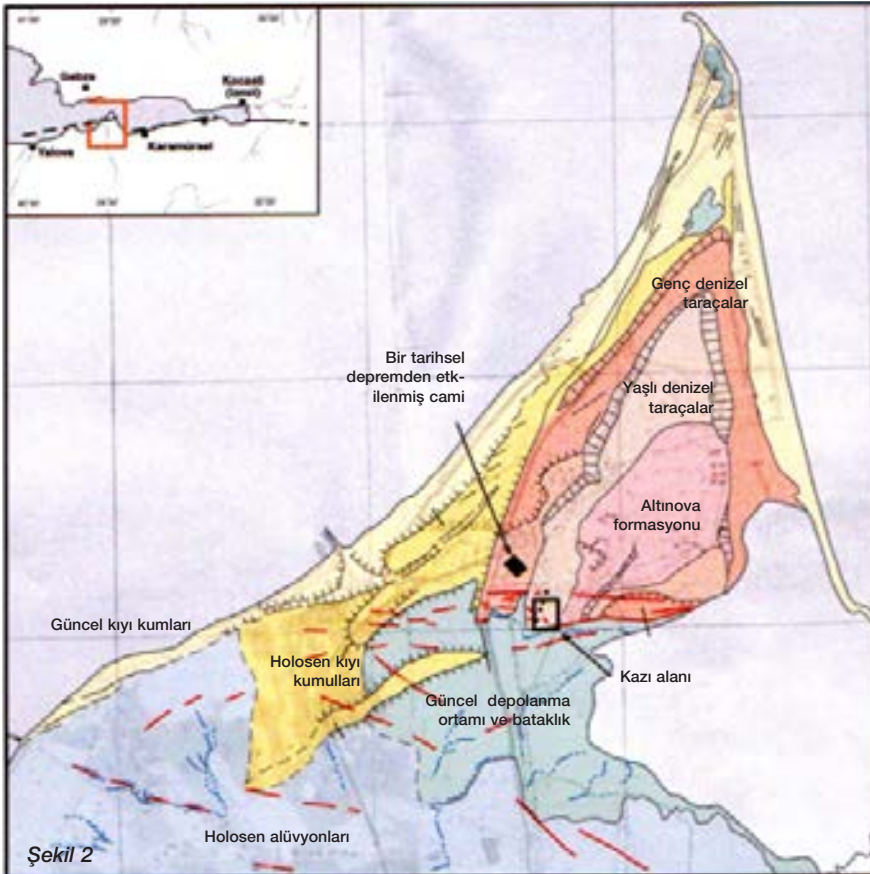


kuzeydeki Yalova segmenti arasında gelişmekte olan bir çek-ayır havza modelinin (pull-apart basin) kontrolünde geliştiği söylenebilir.

Paleosismik fay kazıları ve yaş belirlenmeye yönelik radyokarbon çözümlmeleri, bölgedeki durumun anlaşılması için 17 Ağustos depreminin hemen ardından gerçekleştirilen arazi gözlemleri, haritalama çalışmaları, hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ve yer şekillerinin incelenmesi gibi çalışmalara önemli katkılar sağlayabilecek çalışmalardı.

Bu amaçla Hersek lagününün kuzey batısında ikisi birbirine paralel, diğer ikisi de bunlara dik doğrultuda toplam dört fay kazısı yapıldı (Şekil 2).

Uzunlukları 20 m'den 33 m'ye kadar değişen bu kazıların derinlikleriyse, bölgedeki yeraltı suyunun yüze yakın olması nedeniyle 1,5-2 m kadardı. Her kazı için, kazı duvarındaki stratigrafik ilişkileri (katmanların birbirleriyle ilişkilerini) gösteren ayrıntılandırılmış çizimler (kesitler) hazırlandı. Fay kazıları sırasında toplanan veriler, bu kesitleri üzerinde genelleştirilerek bir araya getirildi (şekil 3,4,5,6). Kazılarda gözlenen birkaç stratigrafik üniteden toplanan kemik ve kömürleşmiş bitki kalıntıları üzerinde yapıla Hızlandırılmış Kütle Spektroskopisi (Accelerator Mass Spectroscopy) radyokarbon analizleriyle de bu katmanların depolanma (oluşma) zamanları belirlenmeye çalışıldı.

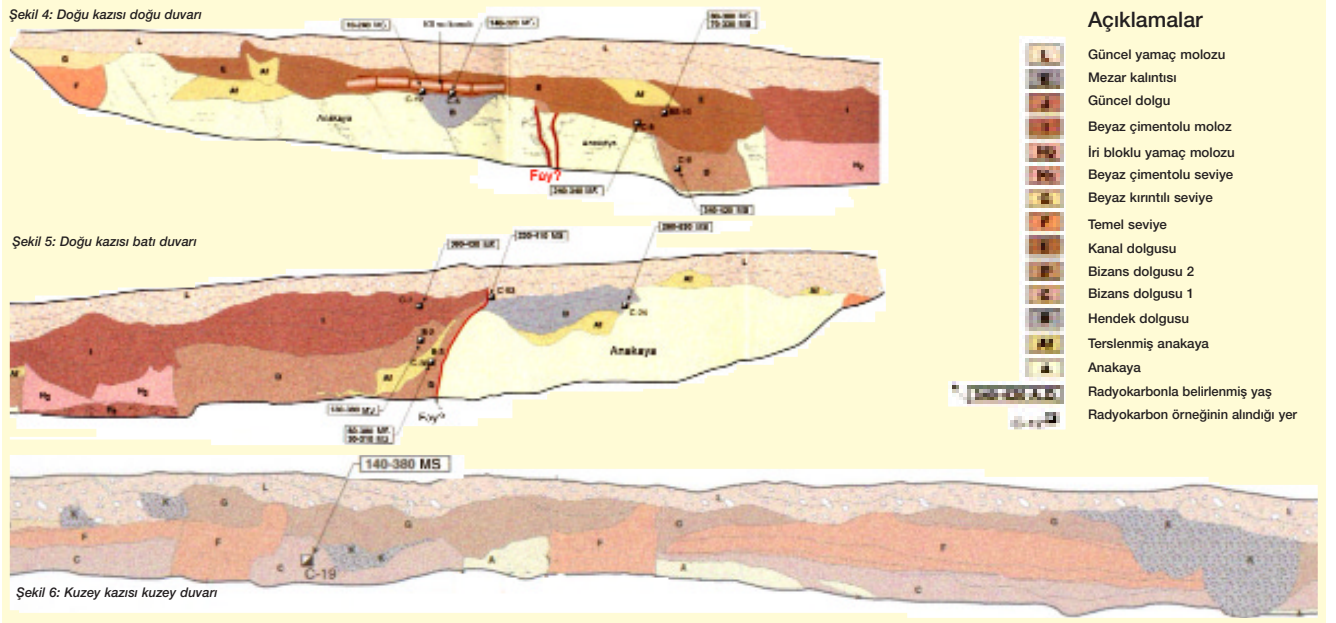


Fay Kazıları

31 m uzunluğundaki batı kazısının doğu duvarında gözlenen katmanlar ve bu katmanlar arasındaki ilişkiler Şekil 3'te gösteriliyor. Diğerlerinde olduğu gibi batıdaki kazıda da en altta Altınova Formasyonu adıyla bilinen, bir kaya birimi bulunuyor. Bol fosilli denizel taraça tortullarından oluşan bu kaya biriminin (anakaya), bugünküne benzer bir çevresel ortamda, 290-480 milyon yıl arasında depolandığı düşünülüyor. Kazının kuzeydeki bölümünde anakayanın üzerine kırmızı tuğla, cam, kemi parçaları, deniz kabukluları, kırmızı ve beyaz harç parçaları gibi yoğun arkeolojik kalıntılar barındıran kahverangi-grikahverengi killi bir birim yayılıyor.

Şekil 4 ve Şekil 5'te, 27 metre uzunluğundaki doğu kazısının hem doğu hem de batı duvarında gözlenen katmanlar ve katmanlar arası ilişkiler gösteriliyor. Bu kazının en dikkate değer özelliği, anakayayla arkeolojik kalıntılar içeren birim arasındaki sınırın yaklaşık dik olması. Bu yapı, her ne kadar burada bir faylanma olduğu kuşkusunu doğursa da, bu fay benzeri yapının MS 3. ya da 4. yüzyılda yapılmış bir kazıyla bu biçimi almış olma olasılığı daha yüksek gibi gözüküyor. Bunun yanında yüzlerce yıl önce yapılmış benzer kazıların ve anakayanın üzerini örten arkeolojik kalıntıların, daha önce gerçekleşmiş, olası bir faylanmanın izlerini silmiş olabileceği de düşünülüyor. Buna karşın sözkonusu kalıntıları içeren birimler arasındaki ilişkilerin, bozulmamış yani muntazam oluşu ve bu birimden alınan örnekler üzerinde yapılan radyokarbon yaş tahminlerine göre burada MS 4. yüzyıldan buyana herhangi bir faylanmanın olmadığı söylenebilir.

Bununla birlikte bölgedeki tektonik deformasyona ait en güçlü kanıtlar doğu kazısında gözleniyor. Burada Altınova formasyonunun geç Pleistosen'de 78 derecelik bir açıyla kuzeye doğru eğimlendiği ve Bizans dönemine ait bir su kanalının da bozulmuş olduğu gözleniyor. Su kanalındaki izler, yapının kullanıldığı dönemde suyun kuzeye doğru aktığını başka bir deyişle kanalın kuzeye doğru eğimli olduğunu gösteriyor. Buna karşın kanalın kazı içinde gözlenen bölümünün eğimi



1-2 derece güney yönünde. Kanalın ilk eğiminin en az 1 dereceyle (>1) kuzeye doğru olması gerektiği gözönüne alınacak olursa, buradaki tektonik kökenli eğimlenmenin en az 3 derece olarak, 1600-2000 yıl önce gerçekleşmiş olduğu söylenebilir.

Genellikle anakaya üzerine yayılan arkeolojik kalıntıların gözlemlendiği kuzey ve güney kazılarındaysa, olası bir fayla ilgili herhangi bir yapıya rastlanmıyor (Şekil 6).

Bölgeye hakim yer şekili incelemeleri ve hava fotoğraflarına dayanılarak yapılan değerlendirmelerle destekleyerek fay kazılarının sonuçlarını şu biçimde özetleyebiliriz: Bölgede,

fayın biçimlendirdiği yer şekillerinin (jeomorfolojik yapılarıdaki çizgiselliğin) varlığı; Yalova segmentinin, Hersek yarımadasını doğu-batı doğrultusunda kestiğini gösteren önemli bir kanıttır. 17 Ağustos depremi sırasında, Yalova segmentinin geçtiği bu bölgede belirgin bir yüzey kırığına rastlanmamıştır ve bu da bir bakıma söz konusu deprem sırasında Yalova segmentinin hareket etmediğini gösteriyor. Yalova segmentinin kuzeyindeki geç Pleistosen'de oluşmuş denizel taraça tortul kayalarının (290-480 milyon yıl önce) tektonik nedenlerle güneye doğru 78 derece eğimlendiğini ve doğu yarmasında ortaya çıkan Bizans dönemine

ait bir su kanalının en az 3 derecelik bir açıyla güneye doğru eğimlendiği belirlenmiştir. Ayrıca kazılarda sıkça rastlanan arkeolojik kalıntılar, bölgenin geç Holosendeki evrimi sırasında yaşamış olabileceği olası bir depremin izlerini ortadan kaldırmış durumda. Bu nedenle çalışma alanında ne en son depremin izlerini sunacak doğal katmanlar arası ilişkiler gözlenebiliyor, ne de yalova segmentinin 1700-1800'lerdeki depremlerle olan ilişkisini gösterecek ipuçlarına rastlanıyor.

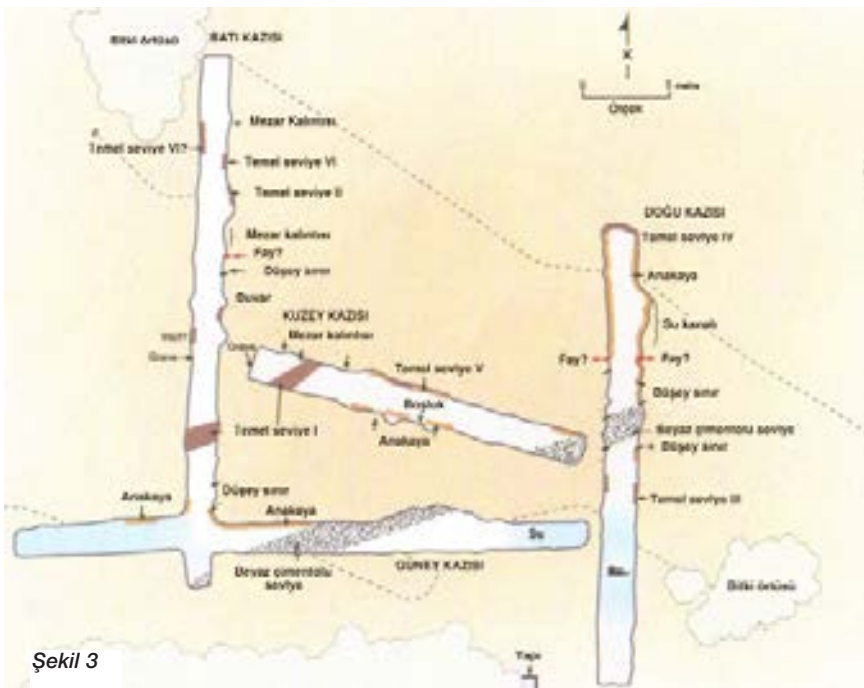
Hersek deltasının, Yalova segmentinin karada gözlemlendiği tek bölge olması nedeniyle, bu bölgede önümüzdeki Temmuz ayında yeniden başlayacak benzer amaçlı çalışmaların, bu konudaki sorulara yanıt bulununcaya kadar sürdürülmesi planlanıyor.

Bu çalışmaya sağladıkları katkılardan dolayı A. Kaya, T. Dawson, B. Kardaş, S. Sel, T. Rockwell, S. Lindval, R. Zeeb, J. Holmberg, Z. Ayşe Akyl ve Ahmet Güleç'e teşekkür ederiz.

Robert C. Witter¹, William R. Lettis¹, Jeff Bachhuber¹, Aykut Barka², Emre Evren², Ziya Çakır², William D. Page³, James Hengesh⁴
¹William Lettis&Associates, Inc.
²Istanbul Technical University Department of Geology Istanbul,
³Pacific Gas&Electric Co. 4.Dames & Moore, San Francisco

Kaynaklar

- Barka, A. A. 1996. Slip distribution along the North Anatolian fault associated with large earthquakes of the period 1939 to 1967, Bulletin of the Seismological Society of America, 86:1238-1254.
- Barka, A. A., and Kadinsky-Cade, K. 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics, 7(1):663-684.
- Erol, O., and Cetin, O. 1995. Evolution of the Marmara Sea from Late Miocene to Holocene (An interpretation under the light of some new radiometric dating), in Quaternary Sequence in the Gulf of Izmit, Meric, E. (ed), 313-341.
- Sakinc, M., and Simav, B. 1989. Stratigraphy of Late Pleistocene (Tyrhenian) sediments in the south of the Gulf of Izmit and neotectonic characteristics of the region, Geological Bulletin of Turkey, 32:51-64.
- Stein, R. S., Barka, A. A., and Dieterich, J. H. 1997. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering, Geophysical Journal International, 128:594-604.



Süslü Tüy, Su İnsanı, Yağmur Adam ya da



Natural Geographic

Uçsuz bucaksız topraklarına üşüşmüş yabancıların yanında sığıntı kalmış bir avuç insan, yok olmanın ve aşağılanmanın sınırlarında bir yaşam savaşı veriyor. Avustralya'nın barışçı yerlileri Aborijinler, "beyaz adam"ın şanlı tarihindeki "Aydınlanma Çağı"nın kurbanı. Daha doğrusu, ünlü düşünür Rousseau'nun getirdiği "uygar toplum - vahşi toplum" ayrımının... Onsekizinci yüzyıl İngiltere'sinin koşulları, Avustralya'nın "uygarlaştırılmasını" gerektirdi. Avustralya'nın doğayla bütünleşmiş insanları içinse uygarlığın anlamı ölüm oldu.

AVUSTURALYA yerlilerinin ataları ilk olarak kıtaya ne zaman gelmiş, ne zaman yerleşmiştir? Bu konuda kesin bir şey bilinmiyor. Radyo karbon yöntemiyle elde edilen tarihler, kıtadaki insan yerleşiminin 40 000 yıl öncesine gittiğini desteklemekte.

Bir araştırmaya göre, Kuzey bölgesi sınırının yakınındaki Keep River ile Batı Avustralya'daki mezarların 175 000 yıl öncesine uzanıyor. Ayrıca, Gordon-Franklin ırmakları yakınlarındaki 100 kadar mağarada bulunan kalıntılardan çok önemli bilgiler elde edilmiş. Örneğin, Kutikina mağarasında aşağı yukarı 20 000 yıl önce bir Aborijin grubunun yaşadığı ve buzul devrini burada geçirip 10 000-15 000 yıl önce de mağarayı terk ettiği anlaşıyor. Bu mağarada yaşadıkları dönemde kemik-

ten yapılmış alet kullanımından, yontma taşla yapılmış alet kullanımına geçtikleri de biliniyor.

Bölgedeki bir başka mağara da Warren'de bulunuyor. Aborijinler 35 000 yıl önce bu mağarayı da kullanmışlar.



Bu gibi bilimsel araştırmalardan ve diğer kaynaklardan çıkarılan sonuç, Aborijinler küçük kabilelere bölünmüş oldukları. Belki yüzlerce kabile ve her birinin farklı dili, her dilin daha da fazla lehçesi vardı. Ama hepsi birbirleriyle barış içinde, doğal sınırlarla ayrılabilen belirli araziler üzerinde yaşıyorlardı. Herkes kendi topraklarını biliyor, diğerlerine, gelenek ve alışkanlıklarına saygı gösteriyorlardı. Belki basit bir teknolojiyle yaşamlarını sürdürüyorlardı; ama karmaşık bir toplumsal düzenleri ve oldukça gelişmiş dinsel gelenekleri vardı. Örneğin birçok kabile mistik bir ilişkiyle toprağa bağlıydı. Hatta dinsel inancın bir parçası da toprağın duyguların okulu olduğuydu. Genellikle uzun bacaklı, kara derili, geniş burunlu, gür saçlı, erkekleri sakallı olan bu insanlara göre, toprak aynı zamanda anaydı; ona an-



Beyazların Avustralya'yı işgal etmesiyle Aborijinlerin yaşamı değişir. Hep olduğu gibi, değişiklikten en çok etkilenen çocuklar olur. Yalnızca 20. yüzyılın başında 100 000 çocuk ailelerinden zorla alınıp, misyonerlerin okulunda beyazlara uşak ve hizmetçi olarak yetiştirilir.

cak teşekkür edilirdi. Beden ondan yapılmıştı. O yiyecek ve besin verir, ilaç sağlar, gözyaşlarıyla temizlerdi. Onun kollarında uykuya dalınırdı. İnsan öldüğünde, kullanılmış olan kemikleri atalarının bedeniyle ve henüz doğmamış olanlarla birbirine toprakta karıştır; daha doğru ifadeyle toprak bu karışımı sağlamak için onları kabulleniirdi. Ölüm, topraktan alınan ve artık işe yaramayan bir şeyi ona geri verme zamanıydı. Ölüm bir son değildi. Ölüm, sonsuzluk dünyasında değişik bir biçimde var olmaktı.

Aborijinlerin doğayı ve onu oluşturan varlıkları denetimleri altına almayı ya da kendilerini en üste koymayı asla düşünmedikleri bilinmekte. Çünkü inanışları buna elvermiyor. Onlara göre, dünya evrimini tamamlamamıştır henüz. O halde insanın buradaki en iyi yaratık olduğuna karar vermesi hiç de akla uygun bir şey değil. Hele de bit-

kiler hâlâ uyum sağlarken, hayvanlar hâlâ gelişirken. Onlar gökyüzüyle, yıldızlarla, Ay'la, Güneş'le bağlantılı olduklarına inanırlar. Aslında onlar tüm yaşamla akrabadırlar: Hayvanlarla, bitkilerle. Önemli olan da, uzun ve uyumlu bir yaşam sürmektir hep birlikte.

1700'lü yıllarda kapitalizm Avustralya'ya el attığında kıtadaki bu insanlar ne tarımı ne de köpek dışında hayvan evcilleştirmeyi biliyorlardı. Onlar beyazlardan çok farklıydı. Eşitlikçi bir yapıda, bizlerin anladığı anlamda bir devlet tarzı örgütlenmesi olmadan, kendilerine özgü yönetim biçimleriyle, sabit olmayan yerlerde, toprak edinmeden yaşıyorlardı. Avrupalılar bu nedenle onları gelişmemiş yaratıklar olarak tanımladılar; hatta hayvan statüsünde değerlendirdiler. Çünkü beyazlar için uygarlığın kanıtı olan en basit ölçüte göre, insanlar tarımla uğ-

raşmalı ve hayvan yetiştirmeliydi. Oysa Aborijinlerin yaşamları bambaşkaydı. Öyle ki, benzer coğrafya koşullarında yaşayan diğer kıtalardaki akralarına göre bile toplumsal örgütlenmeleri farklıydı. Örneğin Aborijinler, yayı ve yay gibi mekanik enerji depolayan aletleri kullanmazlar ve bilmezlerdi. (Bunun nedenlerinden biri, belki de diğer kıtalarda yaşayan vahşi hayvanların onların kıtasında bulunmamasıydı. Örneğin Tiwi halkı, Aborijin icadı olan bumerangı bile av için kullanma gereği duymamıştır.) Avcı-toplayıcı, Aborijin toplumunda, toplumsal örgütlenmenin temelini aile oluşturur. Şöyle de diyebiliriz: Bireylerin farklı mekanlarda bulunmasına karşın, yiyecek ve su kaynaklarında salkımlanma üzerine kurulu göçebelik nedeniyle sıkça buluştuklarından akrabalık ilişkileri canlılığını hep korur. Bu tür bir göçebelik egzogamiyi (dış evlilik) olanaklı ve sürekli kılar. Evlilik yoluyla kurulan dostluklar, akrabalık ilişkisi biçiminde yiyecek ya da su kaynaklarının bol bulunduğu yerlerde barışçıl salkımlanmanın önkoşulunu yaratır. Bunun tersi de doğrudur: Aynı arazi üzerindeki kaynakları paylaşma gerekliliği üzerine kurulu barışçıl ilişkiler evlilikler yoluyla pekiştirilir. Göçebelik, toplumu ana-baba ve çocuklardan oluşan dar oluşumlar temelinde örgütlenmeye zorlar; dolayısıyla Aborijinlerde de toplumun en küçük yapı taşı olan aile, örgütlenmenin temelini oluşturmaktadır.



Aborijinlerin yaşamında dans ve müzik vazgeçilmez ikidir. Onlar sevinçlerini, hüznlerini, beklentilerini, doğayla ilişkilerini bile dans ve müzikle anlatırlar.

Aile yaşamında erkek ve kadının aileye eşit olarak katkısı vardır. Bildiğimiz gibi avcı-toplayıcı toplumlarda, meyve ve sebzelerin, kök ve kabuklu yemişlerin, böceklerin, kabuklu deniz hayvanlarının elde edilmesi toplayıcının işidir. Avcıysa, kara ve deniz memelilerini, sürüngenleri avlar. Genel olarak ilkel toplumlarda toplayıcılık kadının, avcılıkta erkeğin işidir. Oysa Aborijinlerde durum böyle değildir. Avcılık ve toplayıcılık hem kadınlar hem de erkekler tarafından yapılır. Erkek avlanırken kadın bitki kökleri toplar ya da kendisi de ava katılır. Kısaca Aborijinlerde, geçim faaliyetlerinde cinsiyet ikiliği yoktur. Erkek ve kadın aile içinde eşit oldukları gibi grup içinde de eşittirler. Hatta kadının ayrı bir önemi vardır. Yaşlılıkta



National Geographic

durum cinsler için değişmez hatta kadın daha da değerlenir. Yaşlı erkek kabile ya da grup içinde bilgisiyle bir yer edinirken, yaşlı kadının da saygın bir yeri vardır. Öte yandan erkekler yaşlandıkça eşlerinin sayısında artış yapabilirler. Sonuçta en çok eş en yaşlı erkekte bulunur. Bu durum onun top-

lumsal saygınlığıyla ilintilidir. Erkeğin saygınlığı eşi arttıkça artar. Böylece çekeşlilik, yeniden üreten bir toplumsal ilişkiye dönüşür. İleri yaşa kadar eşsiz kalma durumuyla karşı karşıya kalan bekar erkeklerle evli erkekler arasında gerginlik kaçınılmaz olur. Evlenmeyen genç erkeklerle evli erkekler arasında statü farkı vardır. Evlenmemiş erkeğe yarım erkek gözüyle bakılır. Bunun yanı sıra Aborijin erkeklerinin yaşamında sünnetin çok önemli bir yeri vardır. Gözlerden uzak bir yerde törenlerle gerçekleştirilen sünnette delikanlıya kutsal rüya öyküleri öğretilir. Keskin bir taşla yapılan sünnetin yanı sıra aşama aşama penisin altı kesilerek yarıılır. Delikanlı bu törenlerde yaşadıklarını ve öğrendiklerini hiçbir zaman unutamaz.

Rüya Zamanının Çocukları ve Aldıkları Kötü Kokular

Avustralya bugün tam anlamıyla çok kültürlü bir ülke görünümünde. Nüfusu 18 milyondan fazla. Bu nüfus tam tamına 200 ülkeden gelen mültecilerle, Avrupalılar gelmeden önce orada yaşayan ve Aborijinler diye adlandırılan yerlilerden oluşuyor. Aborijinler nüfusun sadece %1,5'ünü oluşturuyor. Oysa bir zamanlar bu topraklar onlarındı. Hatta Aborijinlere göre, yaradılıştan beri kendi topraklarında yaşıyorlar. Atalarının yaradılıştan beri dünyadaki yaşamın bugünkü şeklini alışında katkılarının olduğunu düşünüyorlar. Avustralyalı Aborijinler'in, Güneydoğu Asya'dan, 20 000, 60 000 ya da 120 000 yıl önceki buzul dönemlerinin birinde bu topraklara göçtükleri de öne sürülen savlardan. Ama şunda kuşku yok ki, ister yaradılıştan beri orada yaşıyor olsunlar isterse buzul dönemlerinin birinde gelmiş olsunlar Avustralya'nın ilk sahipleri Aborijinler. Ama günümüzün gerçeğine baktığımızda farklı bir tabloyla karşılaşırız: Şimdi birkaç yüz bini geçmiyor. Yani tıpkı fillerin ataları olan mamutların ortadan kalkması, ayı, bizon, kaplan gibi hayvanların aynı sona yaklaşmaları gibi. Bir avuç Aborijin geçmişlerinden çok uzakta yaşamlarını sürdürüyorlar.

Avustralya şimdi 6 eyaletten ve 2 büyük bölgeden oluşuyor. Ülke halen İngiltere'ye bağlı bir genel vali tarafından yönetiliyor. Ancak son zamanlarda ülkede bağımsızlık yanlısı hareketlerde bir yükseliş eğilimi gözlenmekte. Dünyanın en geniş yüzölçümüne sahip 6. ülkesi Avustralya.

Avustralya devletinin, kuruluşunu İngiltere'deki mahkûmiyet sistemine borçlu olduğu söyleniyor. Bu noktada 18. yüzyılı İngiltere'sine bir bakış gerekiyor:

İngiltere'de 1750 yılından itibaren tarım alanındaki yeniden yapılanmalar ve gelişen sanayi kentlerinde iş bulma umudu, kırsal kesimden kentlere göçü başlatmış. Bu göç, İngiltere toplumuna yeni bir sosyal değişimi getirmiş. Kentli olmaya can atan kırsal kesim insanları, muratlarına ermişler ve kentlerin işsizlerinde gözle görülür bir artış olmuş. Öyle ki işsizlerin toplamı kent nüfusunun üçte birine ulaşmış. Bu zor yaşam koşulları çocukları bile kışkırtmış. Maden ocakları, çok düşük ücretlerle çalışan çocuk işçilerle dolmuş. Ölüm oranı, bazı bölgelerde 5 yaş ve altındaki çocuklarda %50'ye ulaşmış. Hırsızlık, cinayet gündelik yaşamın bir parçası haline gelmiş. Doğal olarak, suçların artmasına karşılık cezalar da artırılmış. Hapishaneler, hırsızların yanı sıra İrlandalı ve İskoçyalı is-

yancılara, sendikacılara, sosyal adalet isteyip anarşist olarak yargılananlara, Kanadalı Fransız kökenli direnişçilere buluşma yeri olmuş.

İngiltere Krallığı, adeta bir mahkûmlar ülkesi haline dönüşmüş ülke çeki düzen vermek gayretiyle, çözümü başka başka topraklarda ceza kolonileri kurmada bulmuş. Amerika'ya hatta Afrika'ya bile mahkûm göndermiş.

Ancak Afrika'nın yaşam koşullarına mahkûmlar dayanamamış, gidenlerin neredeyse tamamına yakını yaşamını kaybetmiş. Amerika'ya mahkûm göndermekse, Amerikan Bağımsızlık Savaşından sonra olanaksızlaşmış. Bu durumda İngiltere Krallığı, kuzey Atlantik kolonilerinin yerini değiştirmek için yeni yeni ceza kolonisi kurma arayışlarına girmiş.

Mahkûmların gönderilmesi için yeni bir yer arandığı sıralarda Kaptan Cook ve aynı ekipteki Joseph Banks'in notlarından ve raporlarından anılan yer bulundu: Avustralya'nın doğusundaki New South Wales. Zaten 1767'de British Royal Society güney denizi adalarından Venüs'ün hareketini gözlemleme amacıyla bir heyet oluşturmuştu. Heyeti götürren gemiye, Cook kaptan olarak seçilmişti. Cook'a gizli bir emir daha verilmiş ve İngiliz Krallığı'na katılabilecek yeni kolonilerin saptanması da istenmişti ondan. Bu gezide Cook, Avustralya'nın doğu sahil kıyılarını diğer doğabilimcilerle bir-

likte iyice inceledi. Böylece İngiltere'deki mahkûmların bir kısmının New South Wales'de kurulacak bir ceza kolonisine gönderilmesine karar verildi. İngiliz Krallığı bu kararı benimsedi. Bu kararı verirken Avustralya'da kurulacak bir ceza kolonisinin aynı zamanda Çin'le ticarete katkısı olacağı ve bölgede bir deniz üssü oluşturacağını da düşünmüş olmalı.

18 Ağustos 1786'da New South Wales'de açılacak koloniye mahkûmların gönderilmesine karar verildi. İlk filo, 18 Ocak 1788'de Botany Bay'a gönderildi. 1500 kişinin bulunduğu birinci filodakilerin yarısını hükümlüler oluşturmaktaydı. Gemilerdeki kadın mahkûmlar, gelecekte oluşacak toplumun ilk tohumlarını veren insanlar olacaktı.

Ceza kolonilerinde yaşam mahkûmlar için dayanılmaz boyutlardaydı. Bir yandan da açlık söz konusuydu ve bu durum karşısında mahkûmlardan bir kısmı kıta içlerine doğru dağılırken, bir kısmı da deniz yoluyla koloniden kaçmaya çalıştılar.

İşte bu sıralarda, kıta halkı olan Aborijinlerin yaptıkları tek şey direnmeydi. Yerliler kendi yaşam bölgelerini terk etmeyi hiçbir zaman düşünmediler; önce, ilk defa gördükleri beyazları vaktiyle ölmüş atalarının tekrar hayata dönüşü gibi gördüler. Ama durum hiç de sandıkları gibi değildi. Kıta içlerine doğru yerleşmeye başlayan beyazlar yerlilerin bu iyi niyetli karşılamalarını bir anda çatışmaya dönüştürdüler. Yüzyıllardır öteki kabilelerin yaşam alanlarını bile istila etmeyi düşünmemiş yerliler, beyazlar işgale başlayınca



Kaptan COOK

Yaşlılara ve akrabalara verilen önemin bir göstergesi de av etinin dağıtımı sırasında ortaya çıkar. Av etinin yenilmesinde ve dağıtılmasında avcının kendisi söz sahibi değildir. Bu paylaşımda yaşlılar ve özellikle yaşlı akrabalar ön planda gelirler. Genelde de, kayınbaba çok önemli bir kişiliktir. Kayınbaba önemlidir; çünkü avcıyı besleyip duran karısıdır. Av ürününü avcı derlemiştir ama avcıyı yeniden üreten karısıdır. Karısını ise kendi ana-babası üretmiştir.

Avustralya yerlileri kandaş kadınlarla cinsel ilişkiye girmedikleri gibi, kandaşları temsil eden kendi totem hayvanlarının da etini yemezler. Ayrıca avcı kendi avladığı hayvanın etini de yemez. Ancak başka toplumların totem kabul ettiği hayvanların etleri



ve başka avcılarının avladıkları yiyecekler yenir.

Aborijinlerde babanın erkek kardeşlerine baba, annenin kızkardeşlerine ana denilir. Bunun gibi amca ya da dayı çocukları, kız ya da erkek kardeş kategorisine girerler. Yani çocuk öz annesini ve babasını bilir, ancak birden

fazla kişiye anne veya baba der. Amcasına baba der; amcasının çocukları, anne dediği teyzesinin çocukları kardeşleridir. Kardeşlerinin çocukları da kızı ve oğludur. Anlaşılabileceği gibi çok karmaşık bir akrabalık ilişkisi söz konusu.

Bir çocuk yapmak, bir ruh için dışsal bir muhafaza yaratmak anlamına gelir. Yerliler yaşam bölgelerine 'Annem' derler. Hamile bir kadın, hamile kaldığı yerdeki bir nesne veya canlı ile doğacak çocuğun ilişkisi olduğuna inanır. Doğan çocuk için bu bir kutsal bağdır. Bu kutsal bağlılık bir toteme bağlılıktan farklı olarak, birlikte totem olmak gibi bir ilişkidir. Bu 'yaşam bölgesi'-'insan' ilişkisinin kopması manen yıkıntı getirir. Kabile topraklarından sürülen yerlilerin yaşam gücü-



Aborjin bayrağında siyah kısım Aborjinleri, sarı daire dünyaya yaşam veren ve yaşamın devamını sağlayan güneşi, kırmızı toprağı temsil ediyor. Sanki, güneş batarken toprağın ve kayaların büründüğü kız renkten esinlenilmiş.



bölgelerini terk edip komşu kabilelerin yaşam bölgesine geçmek yerine, direnerek yaşam bölgelerini savunmaya çalıştılar.

O savaşım yıllarında Aborijinler beyazlar hakkında şu görüşe varırlar: "Beyaz derililer kötü değiller. Onlar yalnızca iradelerini bizim insanlarımız için hiç de iyi kokmayan, tadı olmayan şeyleri yapmakta kullanıyorlar. Beyazlar bizim için dünyasal bir sınav. Her birimiz bu sınavı geçmek için birbirimize destek olmalıyız."

İngiltere'deki finans çevrelerine göre, Avustralya yatırım yapılacak bir yer haline gelmiştir. 1829'da Batı Avustralya'da Swan Nehri ağzında yeni bir koloni kurulur. İngiltere'de yaşayan Thomas Peel ile New South Wales'de bir mahkûmken sonradan milyoner olan Solomon Levy gizli bir anlaşma yaparlar. İngiltere'den, bu yeni kolonide 1 milyon dönüm arazi istenir. Bu araziye hür göçmenler getirilip yerleştirilecektir. İngiltere yönetimi sadece 250 000 dönüm arazi verir. Bu araziye 4000 göçmen getirilir. Daha sonra bu 4000 göçmenden yalnızca 1500'ü burada kalır.

Vali Richard Bourke (1831-1838) ve daha sonraki Vali George Gipps döneminde genişleyle birlikte Aborijinlerin varlığına karşı ırkçı bir yaklaşım başlar. Bu yaklaşımdan kaynaklanan tutuma da "Beyaz Avustralya" akımı denir.

1834'te Aborijinlere karşı "Battle of Pinjara" katliamını gerçekleştirdiğinde Batı Avustral-

ya'da 600 000 dönüm arazi göçmenlere satılmıştır ve verilen, satılan bütün bu araziler Aborijinlerin yaşam alanıdır. Artık öyle bir noktaya gelinmiştir ki, buraya gelen göçmenler, gönderilen mahkûmları da, Aborijinleri de istemez olmuşlardır.

Westernport'daki Aborijin kabilelerinden 1836 yılına geldiğinde yalnızca 350 kişi kalmıştır. 1850 yılında da bu sayı 79'a düşmüştür. (Beyazlar kıtaya ilk geldiklerinde, Avustralya'da yaşayan yerlilerin sayısının 750 000 kadar olduğu tahmin ediliyor. Ama resmi sistemin üzerine kurulduğu belgeler kıtada kesinlikle insan yaşamı olmadığını bildiriyordu. Bu insanlar yok sayıldı, ya da şöyle de diyebiliriz: Yasal olarak ve oybirliğiyle yerlilerin, Hayvan ve Bitki Topluluğu Kanunu içinde yer almalan kararlaştırıldı. Bir de, yapılan tahminlere göre çatışmalarda toplam 1000-1500 beyaz yerliler tarafından öldürülmüş. Beyazların öldürdüğü Aborijin sayısıysa 20 000. Diğer ölümlerin, zehirlenme ve beyazların getirdiği salgın hastalıklardan olduğu söyleniyor.)

Bunun nedenini bir görüşe göre şöyle açıklıyorlar: Beyaz adama siyah vahşiler değil, onların yaşadıkları verimli ve stratejik açıdan önemli araziler gerekmektedir.

Gerçekten de yerliler karşı amansız olma ve amaca ulaşmaya hizmet eden bütün acımasız taktiklerin kullanılması için ellerinden gelen

her şeyi yapar beyazlar. İnsanlar öldürülür, yüzyıllardan kalma ormanlar kesilir, köyler yakılır, kadınlar tecavüze uğrar, çocuklar, hayvanlar kısaca onlara ait ne var ne yoksa yok edilir. Öldürmediklerine daha acımasız davranırlar; bu insanları kendilerine yabancılaştırırlar: Hiç bilmedikleri yasalara bağlı olmaya zorlayıp, dillerini değiştirirler. Giyimlerini ve dinlerini de. Bir de Aborijinlere karşı alınan en korkunç karar, Aborijin direnişine karşı Aborijinlerden oluşan bir polis gücünün kurulmasıdır. Bu karar değerlendirilenlerden bazıları şöyle düşünüyorlar: "Adına 'Native Police Force' denmesine karşın bu birlik suçlu Aborijinlerin yakalanması için değil, yaşam bölgelerini korumaya çalışan Aborijinlere karşı kullanılacak bir askeri birliktir."

Yerlilere, genç Aborijinlerin bu güç içinde eğitileceği, düzenli bir geliri olacağı, üniforma ve at verileceği söylenir. Bunun üzerine kabile yaşlıları da buna inanarak gençleri katılmaya teşvik ederler. Ancak, bu gücün asıl amacının işgale direnen Aborijinleri dize getirmek olduğu anlaşılır. Aldatıldıklarını anlatan kabile yaşlıları gençlere bu gücün ayrılmalarını öğretir. Ama artık o gençler kendilerine bile yabancı olmuştu. Birbirlerine, kaç 'siyah' öldürdüklerini aynen beyazların sözcükleriyle anlatmaya başladıkları söylenmektedir. İstila direnen Aborijinlerin yok edilmesinin son aşamasında da bu güç kullanılır. Ama kimliğini yitiren bu gençler beyazların arasına kabul edilmediği gibi Aborijinler arasına da dönemezler. Polis gücündeki gençlerden üçte birinin aşırı alkol kullanma gibi nedenlerden öldüğü raporlara geçmiştir.

1901'de, yirminci yüzyılın birinci gününde altı bağımsız Avustralya kolonisi Avustralya devletini oluşturacak biçimde birleşir. İngiliz kralı, şu anda bağımsız ve demokratik bir ulus olan Avustralya kralı olarak kalır.

Yüzyıllardır bu topraklarda barış içinde yaşayan Aborijinler ilk kez bu kadar vahşi yaratıklarla karşılaşmışlardır. (Ama ne gariptir ki, o çağın düşünürleri, vahşi sıfatını ısgalci beyazlara değil de Aborijinlere uygun bulmuşlardı!)



Bumerangı Avustralya Aborijinleri günümüze kadar kullanmış ve geliştirmişlerdir. Ama onlar kendileriyle özdeşleşmiş bumerangı avlanma amacıyla değil, kazmak, kesmek, ateş yakmak, hatta müzik aleti olarak kullanmışlardır.



nün yok oluşunda da bu yıkıntının etkin olduğu görülür. Zaten Aborijin dendiğinde hemen akla gelen Dreamtime (anlamı: Rüya zamanı) sözcüğü de, yaşam bölgesini gösterdiği gibi, bu yaşam bölgesindeki insan ilişkisini de tarif eder. Her kabilenin ya da kabile içi grubun ortak kutsal değerleri vardır. Dreamtime sadece geçmiş olaylarla değil halen yaşanan olaylarla da ilgilidir.

Aborijinlerde çocuğun nerede doğacağı da çok önemlidir. Yalnızca anne, doğum yapacağı yere karar vermez, taşıdığı bebek de bu karara katılır; örneğin annenin karnındaki ilk hareketin hissedildiği yer doğumun yapılacağı yerle ilgili fikir verir. Dünyaya yeni gelen bebeğe bir ad verilir; ama bu adı yaşamının sonuna kadar taşıyacağı anlamına gelmez. Aborijinler bilgelik kazandıklarına inandıkça adlarını değiştirirler. Eskiye ad bırakılır ve düzenli olarak kim olduklarını daha iyi tanımladığına inandıkları yeni bir ad seçerler kendilerine.

Çocuklar, 12 yaşına gelince yaşlı öğretmenlerinin yanında kalır ve eğitim görürler. Yaşlı öğretmen avlanmayı, avlanılan hayvanı pişirme yöntemlerini gösterdiği gibi doğa bilgisi ve doğa ile ilişkiyi de öğretir. Hayvanların seslerini öğrenir ve her birini taklit edebilir hale gelirler. Bir kanguru gibi zıplamayı, bir opossum gibi yürümeyi öğrenirler. Doğadan beslendikleri için yiyecek bulma işi de çok önemlidir.

Örneğin, değişik bir şeyle karşılaştıklarında bunun yenilebilir olup olmadığını anlamanın yolları öğretilir.

Bir bitkinin yenilebilir olup olmadığına karar vermenin ilk adımı koklamaktır. Aslında koklama yalnızca bitkiler için değil her konuda verilecek kararın ilk adımıdır. Hava koklanır, su koklanır, hatta yeni karşılaştıkları bir insanı bile koklar onlar. Yeterince karşılaştırma yapıp koku ile ayırımı öğrenmiş olan biri zehirli maddelerin çoğunlukla o güçlü, kendine özgü kokusunu algılamayı başarabilmektedir. Ama salt koklamakla karar verilmez. Eğer bir bitkide zehir kokusu yoksa bundan sonra bitkinin bir parçası kırılarak bedene sürülür. Bunun için göz kapakları, burun deliklerinin çevresi, koltuk altı ideal yerlerdir; çünkü vücudun bu bölümleri çok hassas olur. Bu sürme sırasında herhangi bir acı, kaşıntı ya da rahatsızlık, ciltte şişme, kızarma, su toplama olmadıysa bitkinin tadına bakılabilir demektir. Ama yine de temkinli davranılır.

Bitkinin ilk kez tadına bakarken, ağız kenarı ya da üst dudağın altı kullanılır ve bedenin vereceği tepki beklenir. Eğer hiçbir tepki yoksa daha büyük bir parçanın tadına bakılır. Bitkinin suyunun bir bölümüyle ağzın gerisinde gargara yapılır ve bu tükürülür. Sonra yine beklenir. Artık sıra koparılan parçayı yutmaya gelir. Bitki yutulduğunda vücut bu parçayı geri çıkarmak için zorlamada bulunmuyorsa yani öğürtmüyorsa, ya da yuttuktan sonra bir karın ağrısı olmamışsa ve uzun bir bekleyişten sonra yürüme, düşünme gibi bedensel işlevlerde bir bozukluk yoksa o bitki yenilebilir demektir. Bir Aborijin besinlerini böyle tanıyıp o besini yemeye böyle karar verir.

Kıtada yapılan antropolojik incelemelerde, Aborijinlerde aynı kökten gelen ama dil gruplarının birbiriyle anlaşamadığı 600 dil bulunduğu saptanmış. (270 dil grubu, 600 değişik lehçe

İnanmanın Ötesindeki Adım Bilmektir

Aborijinler şöyle düşünürler: "Avustralya bizim ülkemizdi. Ülkemiz denizden dağlara kadar uzanırdı. Açıp bakabildiğimiz kâğıt haritalarımız yoktu. Ama sınırlarımız şarkı çizgileriyle belirlenmişti. Her şey müzik tarafından yerine konur ve yerinde tutulurdu. Komşu kabile komşu kabilenin şarkılarını bilirdi. Şarkısı söylenen ağaçlar, akarsular, kayalar ve dağlar bile tanınırdı. Atalarımız bu yeri bizim için rüya görerek yaptılar. Burası saygınlığı olan mutluluk dolu bir yerd. Bizler toprak ananın koruyucusu olan kişilerdik. Ama beyaz adam geldi,



zincirler halinde diğerlerini de getirdi. Onlar bizim şarkımızı öğrenemediler. Aslında onlar bizim, müziğimiz ve geleneklerimizle de alay ettiler. Ne yazık ki onların zihinleri bizim rüya görmemize kapalıydı. Oysa bizler rüya zamanının çocuklarıydık."

ve 500-600 civarında kabile olduğu tahmin ediliyor.) Ama neredeyse hiçbirinin dilinde, kölelik, köle, din, kitap, din adamı, peygamber, reis, şef, sömürü kelimeleri yoktur.

Yine "bizler doğanın bir parçasıyız" düşüncesi konuşma dillerine yansımıştır. Genelde dillerinde bir şeye sahip olmak fiili de yoktur. Bunun yerine ilişkili olmak fiili vardır. Bu ilişki insanlar için olduğu kadar bitki ve hayvanlar için de geçerlidir. Bu nedenle, insanın insanı sömürmesi ya da insanın doğayı sömürmesi de söz konusu değildir. Yenilip içilen her şeye minnet duyar ve teşekkür eder Aborijinler. Yani uygar beyazlar o yıllarda kendilerini evrenin merkezi sayarken, vahşi siyahlar(!) yaşamı bütün canlılarla eş ve eşit görmektedirler.

Yerliler arasında yazılı olmayan fakat sözlü olarak aktarılan ve bizim yasa dediğimiz kuralları vardır. Zaten yazıya pek değer vermezler. Bir şey yazıya döküldüğünde onun anımsanmasına gerek kalmayacağı için zihnin tembelleştiğine inanırlar. İnsanda var olan güç bir kağıda devredilebilir mi? Ayrıca yazıya dökülen şeylerin süreç içinde değişikliğe uğrayacağından da kuşku duyarlar.

Aborijinlerde kabileler, özgül bir araziye kendi ülkeleri olarak tanırırlar ve bunu arazinin sınırlarını kesin hatlarıyla belirleyerek değil, kuyubaşları, tepelikler ya da tepeler gibi yerel alanlar yaparak birbirlerine belli ederlerdi. Ama kendilerini bu grup alanlarıyla da sınırlamazlardı. Diğer birimlerin 'alanımız' olarak belli ettikleri araziler üzerine de girebilir, oralarda dolaşabilirlerdi. İyi olarak tanımladıkları mevsimlerde zaten uzaklara gitmelerine de gerek yoktu; ama kuraklık uzamışsa, yaşanan zor koşullar nedeniyle kendi yerlerinden epeyce uzaklara açılabilirlerdi.

Koydukları kurallara uyulmasında kişiler gibi gruplar da sorumludur. Kişiler birbirine karşı saygılıdır. Kişiler arasında kurallara uyulmaması durumunda kişi kadar grup da suçlu sayılır. Grup ya da gruplar arası kişilerin katılımıyla, suça karşılık düşen cezanın tespit edildiği toplantı gelenekleri vardır. Yüzyıllardır yaşamlarında kabileler arası kanlı savaşlar olmamıştır. Avcılar arasında çıkan çatışmalarsa, yapılan toplantılarla çözülür. Komşu kabileler-



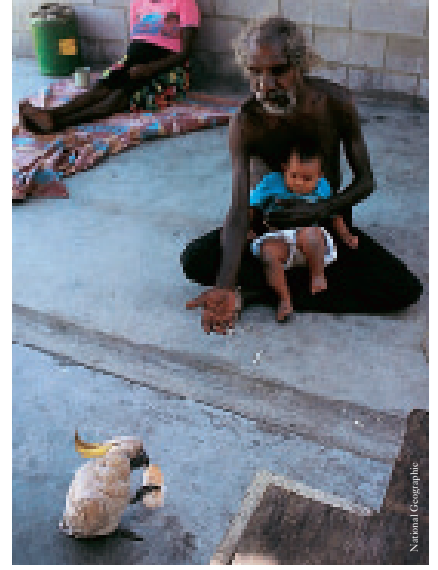
Avustralya yerlilerinden Pintubilerde "kanyininpa" kavramı bir hak ve sorumluluk olarak, sahip olma, elde tutma ya da gözette tutma anlamına gelir.

le iyi ilişkiler vardır. Yılda bir kez komşu kabileler arasında toplantı yapılır ve sorunlar anlaşma yoluyla çözülür. Anlaşmadan sonra topluca dans edilir. Tarih onların şarkı ve danslarının içine yerleştirilmiştir. Bu yolla tarihi öğrendiklerini söylerler. Şarkılarında ve danslarında pek çok kahraman ve kahramanca davranış anlatılır ya da betimlenir.

Sanatsal yönleri çok gelişmiş bu insanların doğaldır ki çizim ve süsleme sanatlarındaki yetenekleri de çok gelişmiştir. Bu gibi sanatsal işlerde, özellikle yaşlılar çok beceriklidir. Nedenine gelince: Yaşlandıkça görme yetenekleri zayıflayanlar avcılıktan çekilip, zamanlarını daha çok kamp yerlerinde geçirirler. Bu onlara yüksek el becerisi gerektiren işlerde ustalaşmak için gerekli olan koşullardan birini hatta en önemlisini sağlar: Yapılan işe zaman ayırmak. Zaten yaşlı bir insan kendini



Beyaz adama siyah vahşiler değil, onların yaşadıkları verimli ve stratejik açıdan önemli olan toprakları gerekiyordu. Ellerini siyahların üstünden hiç çekmediler. Şimdi Aborijinler mahkemelerden, en azından kendilerinden özür dilenmesini istiyor ve haklarını arıyorlar.



düşüncelere ve sanata vermek için hazır hale gelmiş insan demektir. Yaşlı insan düşünsel derinlik ve kuvvetli bir kişilik geliştirebilir. Bilim adamları bu konuda şöyle diyorlar: "Kimi Tiwi geçreleri, özellikle son derece dekoratif oymalar, topraktan yapılmış mızraklar Avustralya'nın yerli toplumuna özgüdür. Bunların oyulması ve boyanması yalnızca yaşlıların kazanabildikleri becerilerdir." Aborijinlerin süsleme sanatındaki bu çok üstün nitelik, kaya oymaları ve resimleri, ağaç resimleri, tahta oymalar ve kum üzerine çizilen desenlerle kendini gösterir. Onbinlerce yıl öncesine kadar uzanan ve bugün geniş ölçüde ifade edilen yerli sanatının örnekleri zaten bunu kanıtıyor.

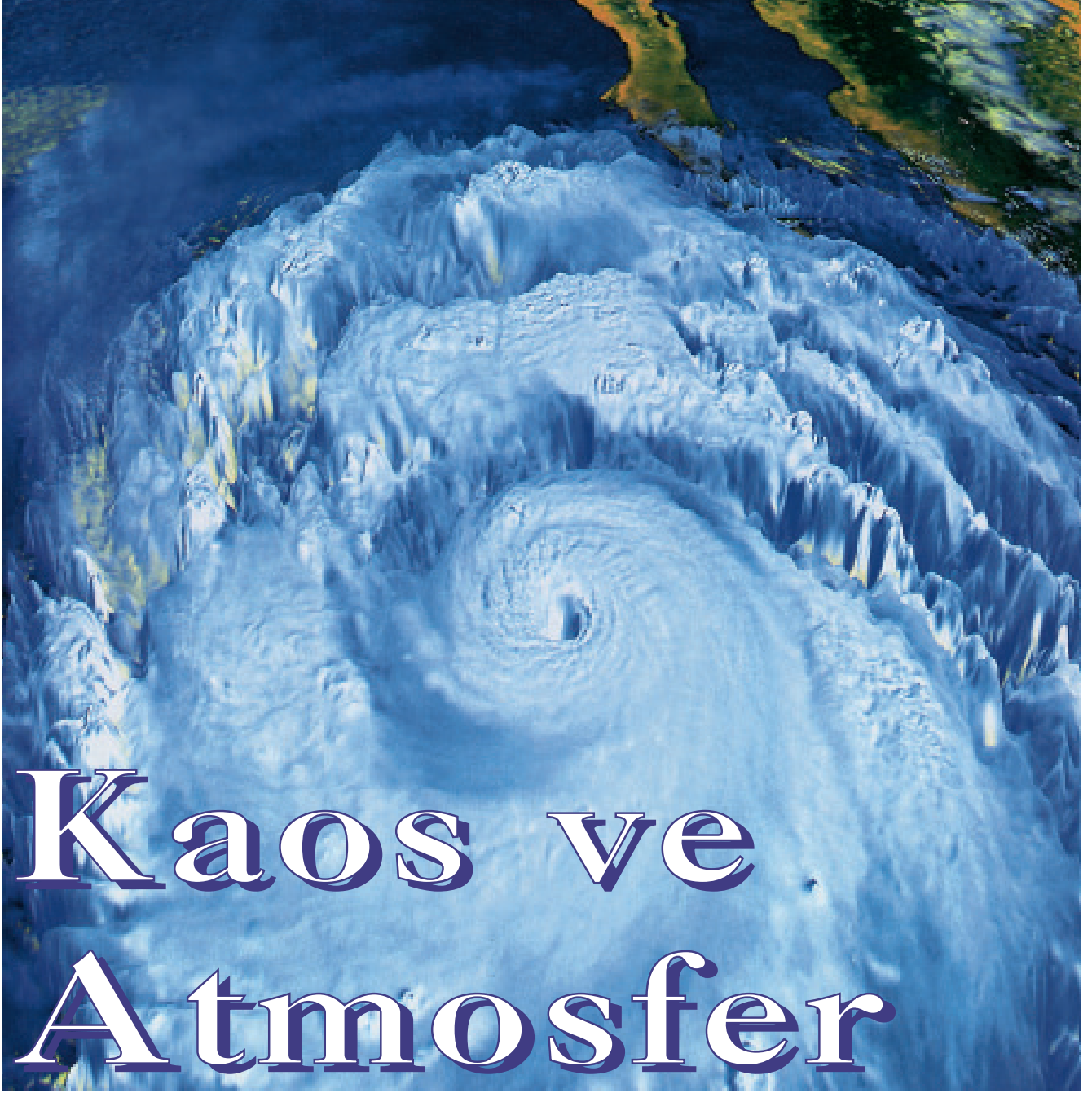
Günümüzde Aborijinler yaşamlarını belki geçmişe özlemle belki koşullara uyum sağlayarak ya da belki de susmayı yeğleyerek geçiriyorlar. Ama şunu iyi biliyorlar: Onların ataları için her gün yeni bir gündü. Bu nedenle hep ileri doğru yüründü. Geriye dönüp "eğer şöyle olsaydı"larla hiç uğraşmadılar. Geçmişe açıklamak için mantıklı ve akılcı bir neden de aramadılar. Her Aborijin kendi yolunda ilerledi, kendi alın yazısını aradı. Ve bugünün seçimi bugün oldu.

Gülğün Akbaba

Katkılarından dolayı H.Ü. Edebiyat Fak. Antropoloji Bölümünden Dr. Erhan Ersoy'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Cemal M. *Eşitlikçi Toplamlar*, Belge Yayınları, 1996.
- Morgan M. *Sonsuzluğun Mesajı*, Dharma Yayınları, İstanbul.
- Saran N. *Antropoloji*, İnkılap Kitabevi, İstanbul
- Süsoy C. İnsan ve Doğa
(<http://www.araf.net/dergi/sayi11/html/csoy972.shtml>)
- Süsoy C. Yolngu ve Baland
(<http://www.araf.net/dergi/sayi09/html/csoy964.shtml>)
- Süsoy C. Kuzeyden, Denizin Ötesinden Gelenler
(<http://www.araf.net/dergi/sayi14/csoy3983/csoy3983.shtml>)
- <http://www.alternatif-egitim.com/docs/Avustralya.rtf>
- <http://www.cmbaustalia.org.tr>



Kaos ve Atmosfer

Bir akarsuda yüzen yaprağın hareketlerini izleyelim. Yaprak, hareketi sırasında bir girdaba yakalandığında girdabın çevresinde bir süre tur atar. Girdaptan kurtulunca da, bir sonraki girdaba yakalanıncaya kadar yolculuğuna kaldığı yerden devam eder. Yaprağın konumundaki çok küçük bir değişiklik, onun gelecekteki davranışını tümüyle değiştirir. Çok küçük değişimlerin daha büyük değişimlere yol açması kaosun en belirgin özelliğidir. Bazen damlayan bir muslukta ve bazen de insan kalbinin atışında olmak üzere kaos doğada her yerde karşımıza çıkar.

BELLİ KOŞULLAR altında insan kalbinin atışı kaotik bir davranış ortaya koyar. Kalbin atış hızı, ritmik etkinliği denetleyen organca belirlenir. Ancak bazı durumlarda bu organla kalbin uyumlu çalışmaması nedeniyle kalp atışları arasında birbirini izleyen uzun ve kısa boşluklar ortaya çıkar. Daha ekstrem koşullardaysa kalp atış ritmi düzensiz bir hal alır. Kalbin herhangi bir atışının zamanlamasında meydana gelen çok küçük bir değişiklik, bir sonraki kalp atışında büyük bir değişikliğe yol açar.

Kalp atışları kaotik bir hale gelir ve yavaşlama tehdit eder. Bu, düzenli bir davranışın başlangıç koşulları değiştiğinde nasıl kaosa dönüştüğünü gösteren ilginç bir örnektir.

Bu şekilde düzenli davranıştan kaotik davranışa geçişe, damlayan bir musluğun sesini dinlerken de tanık olunabilir. Musluğun altına bir parça alüminyum folyo yerleştirilirse, damlamanın çok yavaş olması durumunda, folyodan düzenli bir ses duyulur. Eğer musluk çok az açılırsa, damlamalar, bir birini izleyen uzun ve kısa zaman aralıklarında meydana gelmeye başlar.

Musluk biraz daha açılırsa- düzenli, kararlı davranış tümüyle ortadan kalkar ve kaotik davranışa geçilir.

Kaos sürekli bir kararsızlıktır. Kararsızlık çevremizin ve kültürümüzün bir parçasıdır. Günlük, yaşamda sıklıkla kullanılan “bıçak sırtında olmak”, “bardağı taşıran son damla” gibi deyimler kararsızlık belirtir.

Kaotik davranış, evrende daha büyük ölçekte kendini gösteren düzenlilik ile çelişmektedir. İnsanlar tarih boyunca, mevsimlerin, gece ve gündüzün birbirini izlemesindeki düzeni, gezegen ve yıldızların hareketindeki kesin-



Şekil 1a



Şekil 1b

liği anlamaya çalışmıştır. Bu tür göksel olaylar, Isaac Newton'ın hareket yasaları ve evrensel çekim yasasında belirtildiği gibi, Dünya'nın ve diğer gezegenlerin hareketlerindeki düzenlilikten kaynaklanırlar. Bu yasalara göre Güneş'in ve gezegenlerin konumu ve hızı, bütün geçmiş ve gelecek zamanlardaki konumu ve hızı da belirler.

Geleceğin geçmiş tarafından tam olarak belirlendiği Newton'ın hareket yasaları determinizmin klasik bir örneğidir. Bilim adamları genellikle evrende bu tür düzenlilikleri arama eğilimindedirler. Ancak düzenlilik evrensel değildir. Dolayısıyla düzensizlik, üzerinde önemle durulması gereken bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Düzensizlik konusunda ilk çalışan matematikçilerden biri Simon de Laplace'dır. Laplace evrene tamamen Newton gibi bakar. Bununla birlikte Laplace, olayların bireysel olarak öngörülemez olmasına karşın, çok sayıda olayın ayırıcı davranışını açıklayan düzensizlik ya da olasılık teorisinin ortaya konmasına yardımcı oldu.

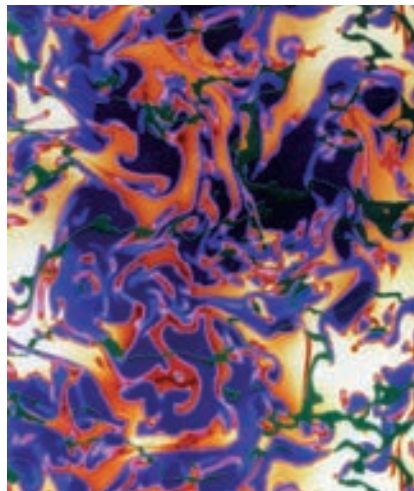
19. yüzyıl boyunca, biri deterministik (belirleyimci) diğeri olasılık kuramı olmak üzere birbirine karşıt iki kuram egemen oldu. Bu kuramların karşısına 1920 ve 1930'larda önce kuantum kuramı, daha sonrada kaos kuramı çıktı. Basit matematiksel çözümler, Newton'ın hareket yasalarına uyan çok basit sistemlerde bile bir sonraki adamın öngörülemediğini ortaya koymaktadır. Bunun nedeni başlangıç koşullarına olan hassas bağımlılıktır. Bir cisim üzerine birden fazla kuvvetin etki etmesi durumunda, bu davranış biçimi ile sıklıkla karşılaşılır. Buna klasik bir örnek olarak, altına yerleştirilmiş iki adet mıknatıs tarafından eşit olarak çekilen bir sarkaç verilebilir.

Sarkaç, mıknatıslar arasındaki mesafenin ortasına doğru yavaşça ilerlerken, mıknatıslar tarafından sarkacın

ucundaki metal ağırlığa hemen hemen eşit bir kuvvet uygulanır. Sarkacın ilerleyen zaman içerisindeki davranışı, o anki konum ve hız koşullarına son derece duyarlı bir hale gelir. Diğer bir deyişle sarkacın davranışı kaotik olur. Ancak bu, sarkacın davranışı hakkında hiç bir şey söyleyemeyeceğimiz anlamına gelmez. Bazı başlangıç koşulları için sarkacın davranışı düzenlidir ve uzun bir süre için öngörülebilir. Öte yandan sarkacın kaotik davranışı ile ilgili pek çok özellikleri olasılık teorisi yardımıyla anlayabiliriz.

Belirleyimci kaos kuramı, belirleyimcilik ve olasılığın paradoksal birlikteliğinin kuramıdır. Kaosun gerisindeki mekanizmaların anlaşılması- yalnızca suda yüzen bir yaprağın davranışı, düzensiz kalp atışları ve damlayan bir muslukta değil; evrenin küçük ve büyük ölçeklerde pek çok görünümünü anlamamıza da yardımcı olacaktır. Bu özelliği nedeniyle kaos teorisi bütün bilim dallarında yerini almıştır.

Biyolojistler kaosu böcek ve kuş nüfusunun değişiminde, salgın hastalıkların yayılmasında ve hücre metabolizmasında görmektedir. Fizikçiler elektronun hareketinde, moleküllerin atomlarında, gazlarda ve temel parçacıklar teorisinde yine kaosu karşılamaktadır. Diğer taraftan değişik alan-



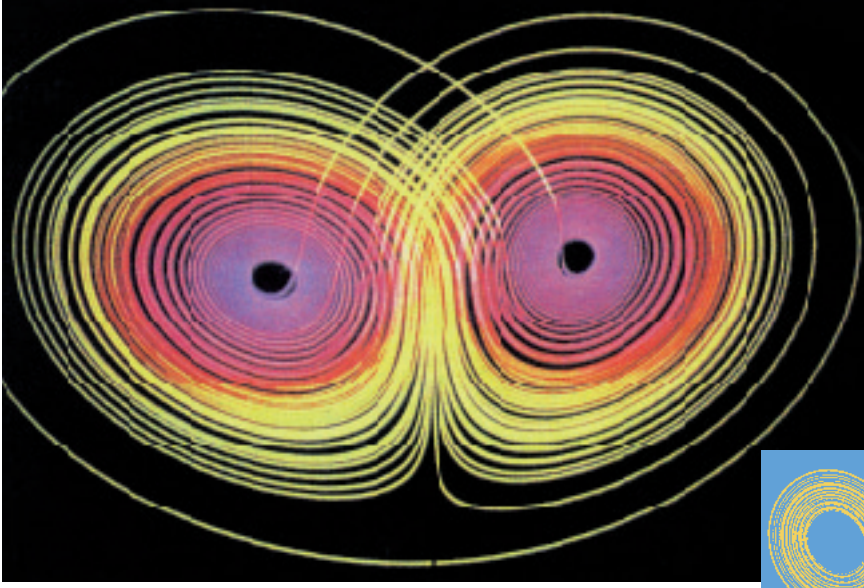
larda çalışan mühendisler de artık yapmış oldukları dizaynlarda kaosu dikkate almaktadırlar.

Kaosun en güzel örneklerini matematikte bulmak mümkündür. Görünüşte çok basit problemlerin çözümü son derece karmaşık davranışlar ortaya koymaktadır. Basit olmasına karşın lineer olmayan bu tür problemlerin çözümü ancak bilgisayarların devreye girmesiyle kolaylaşmıştır. Bu nedenle kaos, bilgisayar çağının bilimi olarak adlandırılabilir.

Hava Durumu ve Kaos

Gökbilimciler, yıldızların, gezegenlerin ve Güneş sistemindeki uydu ve kuyruklu yıldızların hareketini modellemek için kaos kuramını kullanmaktadır. Güneş'ten yayılan ve dünya manyetosferi tarafından yakalanan yüklü parçacıkların atmosferde meydana getirdiği orora olayının açıklanmasında kaos kuramı yardımcı olmaktadır. Havayı belirleyen atmosferin hareketlerinin incelenmesi kaos kuramının en heyecan verici uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır.

Meteorologlar, atmosferin hareketini açıklayan karmaşık matematiksel modelleri kullanarak gelecekte havanın nasıl olacağını öngörmeye çalışmaktadır. Ayrıca, Muson yağmurlarının mevsimlik tahmini gibi daha uzun süreli tahminler yapabilmeye yönelik çalışmalar gündemdedir. Meteorologlar bu çalışmaların ötesinde, sera etkisi gibi insanların yol açtığı iklim değişikliklerinin tahmini yönünde çalışmalar yapmaktadır. Bununla birlikte atmosferin kaotik bir sistem olduğunu biliyoruz. Atmosfer doğası gereği öngörülemez bir karaktere sahiptir. Öyleyse uzun süreli hava ve iklim öngörüsü boşuna bir çaba mıdır? Televizyonlardaki hava durumu raporları ile



yetinip, gerisini şansa mı bırakmalıyız?

Siklonlar ve bununla ilgili hava cep-heleri gibi bireysel sistemler doğuya ilerlerken hava da günlük olarak değişir. Bazı hava durumlarıysa hafta, ay, hatta mevsimler boyunca sürebilir. Bu tür hava durumları bireysel hava sistemleriyle değil, yukarı atmosferde esen ve jet akımları olarak adlandırılan kuvvetli rüzgarların konumuyla yakından ilişkilidir. Jet akımları önümüzdeki yaz mevsiminin yağışlı mı yoksa kurak mı olacağını; kış mevsiminin ılıman mı yoksa sert mi geçeceğini belirler.

Şekil 1, iki farklı hava rejimi durumunda jet akımının Atlantik ve Avrupa üzerinde izlediği yörüngeyi göstermektedir. Şekil 1a'da verilen yörünge hemen hemen bir enlem boyunca uzanmaktadır. Bireysel hava sistemleri, jet akımı boyunca hareket etme eğilimi gösterirler. Jet akımının mevcut konumu nedeniyle Britanya adalarının üzerinde, yağış bantları monoton bir düzenlilikte geçecek şekilde yağışlı ve değişken hava koşulları hakimdir.

Şekil 1b: Jet akımı orta Atlantik

üzerinde, biri Britanya adalarının kuzeyinden diğeryse güneyinden geçecek şekilde iki kola ayrılmaktadır. Bu oluşum Britanya üzerinde yazın ılık bir havanın, kışınsa kapalı ve sıkıcı veya soğuk bir havanın hüküm sürmesine neden olur. Şekil 1a ve b'de verilen akışlar sırasıyla zonal ve engellenmiş rejim olarak adlandırılır.

Lorenz Dinamik Sistemi

Hava rejimleri geçmiş hava durumlarına ait kayıtlardan hareketle sayısal olarak belirlenebilir. Kuzey Yarımküre-deki büyük ölçekli değişimlerin pek çoğu yaklaşık on farklı hava rejimi ile karakterize edilebilir. Hava rejimlerinin öngörülebilirliği meteorologların üzerinde en çok çalıştıkları konulardandır. Bireysel hava sistemlerinin gelecek birkaç gün içinde nasıl davranacağı öngörülebilmektedir. Benzer şekilde hava rejimlerinin davranışı da bir

ay ileri için öngörülebilir mi?

Meteorolog Edward Lorenz'in ilginç daha çok bu tür problemler çekmekteydi. Lorenz'in 1960'ların başlarında Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde (MIT) yaşamış olduğu çalışmalar kaos teorisine önemli katkılar yapmıştır. Lorenz, atmosferin türbülanslı bir akışkan gibi davrandığını, nonlinear ve başlangıç koşullarına son derece duyarlı olan bir diferansiyel denklem sistemi tarafından idare edildiğinin farkındaydı. Lorenz, başlangıç

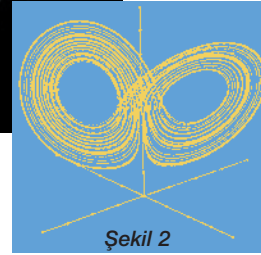
koşullarına hassas bağımlılığın, hava öngörünü içinden çıkılmaz bir probleme dönüştüreceğini de seziyordu. Düşüncelerinin doğruluğundan emin olmak için, temel özellikleri aynı kalmak koşuluyla, denklemleri daha basit bir hale getirmeye çalıştı.

Bu uğraşların sonucunda, akışkanın davranışını idare eden karmaşık denklem sistemini, x, y ve z gibi yalnızca üç değişkeni olan basit bir modele indirgedi.

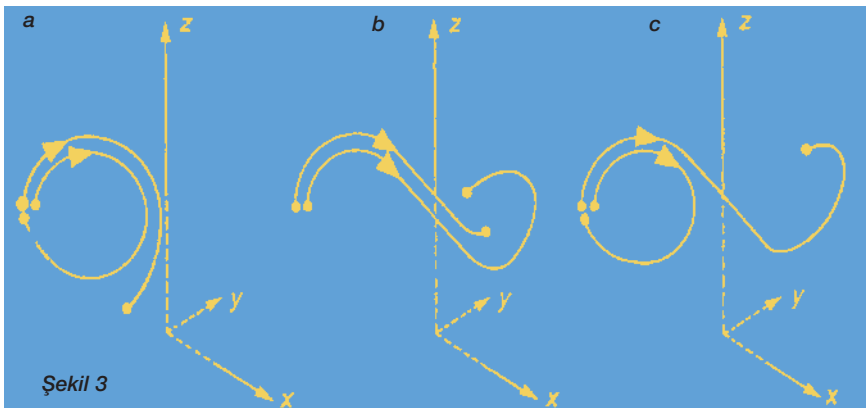
Bu modelle verilen bir andaki hava, üç boyutlu faz uzayında bir nokta ile, havanın zaman içerisindeki seyri ise bu noktalardan geçen bir yörünge ile temsil edilir. Modelin çalıştırılması sonucu elde edilen olası hava durumlarının kümesi ise Lorenz çekicisi (atraktörü) olarak adlandırılır (Şekil 2).

Lorenz çekicisi üç boyutlu uzayda bir hacim işgal etmez. Diğer taraftan bu çekici ne bir boyutlu basit eğri ne de iki boyutlu bir yüzeydir. Çekici 2.06 gibi tam sayı olmayan (fraktal) bir boyuta sahiptir ve bu nedenle garip ve acayip özellikleri ile nitelendirilir.

Lorenz dinamik sistemi, hava rejimlerinin tam olarak yansıtmaz. Bununla birlikte Lorenz dinamik sistemi, atmosferde hava rejimlerinin zaman içerisindeki kaotik davranışının niteliksel özelliklerinin anlaşılmasında önemli bir rol oynar. Şekil 2'den de görüldüğü gibi, Lorenz çekicisi kelebek kanatları olarak adlandırılan iki kısımdan oluşmaktadır. Soyut faz uzayındaki bu kanatlar, Şekil 1'de verilen gerçek uzaydaki iki farklı hava rejimine karşılık geldiği şeklinde ele alınabilir. Örneğin çekicinin sol kanadının Şekil 1a'da verilen zonal rejime, sağdaki kanatın ise Şekil 1b'de verilen engellen-



Şekil 2



Şekil 3

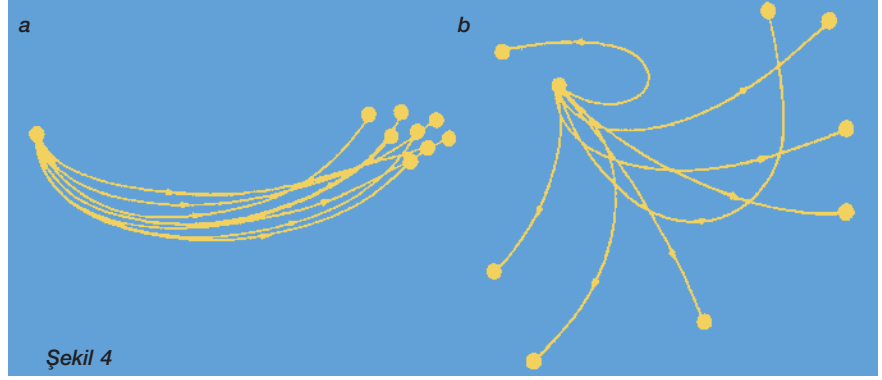
miş rejime karşı geldiğini varsayalım. Bu durumda çekicinin sol kanatı üzerindeki herhangi iki nokta, farklı anlık hava durumuna denk düşer. Bununla birlikte her iki durumda da aynı büyük ölçekli akış hakimdir.

Çekicinin sol kanatı üzerinde birbirine yakın rasgele iki noktayı dikkate alalım. Bu iki nokta, Britanya Adaları üzerindeki değişken hava koşullarını temsil eden rejim içerisinde hemen hemen benzer hava koşullarını temsil eder. Faz uzayında seçilen bu noktalardan hareketle, iki hava durumunun başlangıç gelişimini takip edebiliriz. Bu koşullar altında üç olasılık söz konusudur: Her iki yörünge de çekicinin sol kanatı üzerinde kalabilir (Şekil 3a); her iki yörünge de sağ tarafa geçebilir (Şekil 3b) veya yörüngelerden biri sol kanat üzerinde kalırken diğeri sağ kanata geçebilir (Şekil 3c). Her üç durumda, ilerleyen zaman içerisinde, yörüngeler birbirlerinden uzaklaşmaktadır. Bu, anlık hava durumu için yapılacak tahminlerin oldukça farklı sonuçlar vereceği anlamına gelir.

Atmosfer temelde kaotik olmasına karşın, belli başlangıç koşullarından hareketle hava rejimleri öngörülebilir. Bu koşulların ne olduğunu belirlemek için, seçilen bir noktaya çok yakın noktalardan hareketle yapılmış çok sayıda hava öngörüsüne gereksinim vardır.

Şekil 4, iki gerçekçi hava tahmini örneğine ait faz uzayının belli bir zaman dilimindeki gelişimini göstermektedir. Şekil 4a'daki verilen başlangıç koşulları için yapılan tahminler çok az bir sapma göstermektedir. Bu durumda, seçilen başlangıç koşulları için öngörülebilirlik dolayısı ile tahminlerin güvenilirliği yüksektir. Şekil 4b'de ise birincisine yakın başlangıç koşulları durumunda belli bir zaman dilimi için yapılan tahminleri göstermektedir. Ancak bu durumda tahminler faz uzayının oldukça geniş bir bölgesine dağılmaktadır. Bu başlangıç koşulları dikkate alındığında, tahmin periyodu boyunca atmosfer kaotik durumdadır ve güvenilir tahmin yapılamaz.

Lorenz dinamik sistemi yalnızca üç değişkene diğer bir deyişle üç serbestlik derecesine sahiptir. Dolayısı ile gerçek atmosferin davranışını tam olarak açıklaması beklenemez. Bununla birlikte serbestlik derecesinin artırılması, gelecek birkaç gün için ya-



pılacak öngörülerin kalitesini de arttıracaktır. Günümüzde hava öngörüsünde kullanılan modellerin serbestlik derecesi yaklaşık bir milyon kadardır.

Buraya kadar daha ziyade orta enlem havası üzerinde duruldu. Dünyanın dönüşü nedeniyle ortaya çıkan koriolis kuvvetinin etkisi tropiklerde iyice zayıflar. Bu nedenle tropikler üzerindeki atmosferin dinamiği daha farklıdır. Tropiklerde kasırgalar ve musonlar gibi büyük ölçekli akışların kararsızlığından kaynaklanan hava sistemleri olmasına karşın, bu sistemler orta enlemlerde olduğu gibi daha büyük ölçekli akışlar tarafından bezlenmezler. Gerçekte, tropikal atmosferin büyük ölçekli davranışı, okyanus yüzeyinin sıcaklığı ile yakından ilişkilidir. Tropiklerde karşımıza çıkan önemli olaylardan biri olan El Niño, okyanus-atmosfer sisteminin oluşturduğu ortak dinamiğin bir sonucudur. Meteorologlar, El Niñonun dünya üzerinde oldukça geniş bir bölgeyi etkilediği konusunda hemfikirdir.

Atmosfer ve okyanus dinamiğinin birlikte göz önüne alınması durumunda- tropikal atmosferde küresel ölçekteki akışın mevsimlik öngörüsü mümkün olabilir. Diğer taraftan, El Niño ve sonuçlarının bir mevsim ilerisi için tahmin edilmesine yönelik bazı cesaret verici çalışmalar mevcuttur. Yakın bir gelecekte hava tahminçileri Afrika, Hindistan ve diğer tropikal bölgelerde mevsimlik yağışı öngörebileceklerdir. Bununla birlikte, kaosun en belirgin özelliği olan nonlineerlik ve kararsızlık, bu öngörülerde tamamen ortadan kalkmış değildir.

İklim ve Kaos

Kaos, gelecek yüzyıldaki olası iklim değişiminin öngörülmesine engel midir? Bu sorunun cevabı "hayır" şek-

lindedir. Çünkü burada kastedilen öngörü yaklaşımı, daha önce bahsedilen öngörüden oldukça farklıdır. Bu yaklaşımda amaç, iklim çekicisi üzerindeki bireysel bir yörüngeyi öngörülmesi değil; örneğin sera gazlarının artması durumunda, bütün bir iklim çekicisinin şeklinin ve faz uzayındaki konumunun belirlenmesidir. Çok küçük bir tedirgeme durumunda iklim çekicisinin bundan etkilenip etkilenmeyeceği veya çekicinin bir bütün olarak şeklinin ve konumunda, günümüz ikliminde hiç görülmemiş tahrir edici bir hava durumunu işaret eden önemli bir değişimin olup olmayacağı vb. sorular meteorologların cevabını bulmaya çalıştıkları kritik sorulardır. Kaos kuramı iklim değişimi için erken bir karar verme konusunda bilim adamlarını uyarır. Tekrar Lorenz çekicisine dönersek, verilen bir yörüngeyi keşif eden verilen bir kanadı üzerinde kaç kez tur attıktan sonra diğer kanada geçeceği önceden kestirilemez.

Havanın öngörülemez olması, konunun dışında bir kimseyi karamsarlığa sevk edebilir. Ancak aynı sorun bir meteorolog için konuyu ilginç ve eğlenceli bir çalışmaya dönüştürür. Bütün bunların ötesinde kaos, olaylar karşısında pes etmek ve herşeyi şansa bırakmak anlamına gelmez. Farklı disiplinlerin bir harmanı olan kaos bilimi, çağdaş bilgisayar teknolojisinin de yardımıyla bizi kuşatan ve koruyan dünya atmosferinin davranışının kavranması bakımından, bugün olduğu gibi gelecekte de önemli bir rol oynamaya devam edecektir.

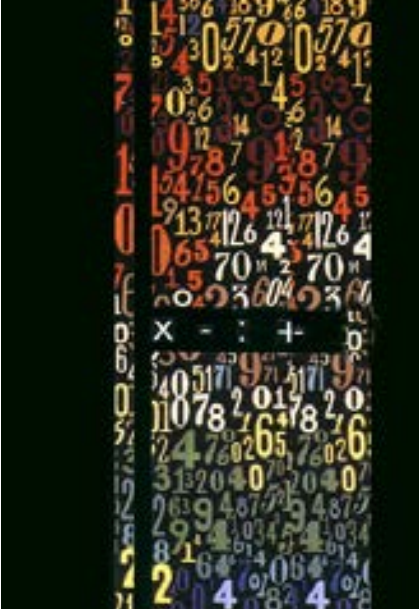
Kasım Koçak

Yard. Doç. Dr., İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi

Kaynaklar

- Lorenz, E.N. 1963: Deterministic non periodic flow, Journal of Atmospheric Sciences, 20, 130-141.
- Percival, I. 1993: Chaos: A science for the real world, The Newscientist Guide to Chaos, Edited by Nina Hall, Penguin Books, pp. 10-21.
- Palmer, T. 1992: A weather eye on unpredictability, The Newscientist Guide to Chaos, Edited by Nina Hall, Penguin Books, pp. 68-81.
- Gleick, J. 1987: Chaos: Making a New Science, Viking Press, New York, N.Y.

Matematikçilerin “Güzel” Dünyası



“Bir matematik problemine dalıp gitmekten daha büyük mutluluk yoktur”. Böyle diyor C. Morley. Ünlü İngiliz matematikçisi G.H. Hardy ise “Bir Matematikçinin Savunması” adlı kitabında daha popüler bir görüş öne sürüyor: “Gazetelerdeki matematikle ilgili eğlence sütunlarının son derece ilgi görüşü, matematiğin o büyük çekici gücüne güzel bir örnektir. Aslında matematikten daha popüler, çok az şey vardır. İnsanların çoğu matematiğe belli bir değer verir, ondan hoşlanır. Tıpkı hoş bir melodiyi dinlemeyi sevdikleri gibi”. Matematikten gelen o derin mutluluk, aklın dağlarına tırmanmayı göze alanlara sunulan eşsiz bir ödüdür. Mantiğin sarp yollarını aşıp da doruklara varabilenler, orada büyüleyici bir manzarayla karşılaşılır: Sislerin arasından birdenbire çıkan pırlantalardan yapılmış bir tapınak. 2500 yıldır yükselmekte olan ve son katı asla olmayacak matematik kulesidir bu.

MATEMATİKTE mutluluğu yaratan şey nedir? Önce şunu anımsayalım: Biz Homo sapiens’iz. Anlamı, düşünen ve yine düşünen insan demektir. Zamanın fırtınalarına rağmen hâlâ ayakta kalabilmiş olan bizlerin akıl, mantık ve hayal gücüdür. Matematik yapmanın ve matematiği anlamının önemi de buradan geliyor işte. İnsanın kendi 1400 gramlık beynine ve o beynin gizler dolu kıvrımlarına olan hayranlığını gösteriyor (maymunsu ilk atalarımızın beyni 500 gr.’dı!) Bu hayranlık, gurur ve sürprizle karışiktır: “Kimin aklına gelirdi bu? Ne inanılmaz bir bağlantı! Ne incelikli bir kanıt! Ne süssüz, ne ölümsüz bir çözüm!”. Bakıyoruz, matematik tapınağının sütunlarına bazı dövizler asılmış: “Mantık kaderden daha güçlü olunca, kendisi kader olur. Thomas Mann”. “Mantık bize geleceği gösteren kâhindir. Schopenhauer”. “Mantıksızlara mantığı anlatamazsınız. Fuller”. “Kuvvetli bir beyni

olan, bir krallığa sahip gibidir. Seneca”. “Mantiğin en büyük zaferi, bize mantığın kendisinden bile şüphe etmeyi öğreten analitik düşünme biçimidir. Miguel de Unamuno”.

Hayat bir bakıma anlamsız. Uza-
yın sonsuz karanlıklarında kısa bir süre parlayan ve bir gün sönüp gidecek bir yıldız gibiyiz. Varoluşumuzu da, yokoluşumuzu da doğa yasaları belirliyor. İnsan kendisini hem her güce sahip, hem de bilinçsiz ve kalpsiz doğanın bir oyuncuğu gibi hissediyor. Biz, doğanın “laboratuvar”larında fizik, kimya ve biyoloji yasalarına göre oluşmuş bir molekül yığını mıyız? Belki; fakat akıl taşıyan, kendini ve evreni sorgulayan bir molekül yığını. Pascal, insanın göl kenarındaki bir kamış kadar zayıf olduğunu söylüyor; fakat hemen ekliyor: “... Ama düşünen bir kamış”. Yine Pascal insanın düşünmek için doğduğunu, düşünmenin onun hem bütün soyluluğu hem de değeri olduğunu söylüyor. Descartes ise *cogito ergo sum* (düşünüyorum, öyleyse varım) diyecek kadar düşüncüyü yüceltiyor.

İnsanoğlu matematiği, insanlığını daha çok duyumsamak, beynine daha yakın olmak için seçmiştir. Burada elbette atalarımızın hayatın günlük gereksinimleri için başvurduğu çakıl sayma, parmak sayma vb. gibi pragmatik olgulardan söz etmiyoruz. O bile bir aşamaydı; maymunlara ancak birkaç sayıyı tanımak öğretilabiliyor; fakat ilk insanlar saymayı kendileri icat ettiler; kimse onlara öğretmedi.

Matematik insanın basit gereksinimlerinden doğmuş olabilir; geometrinin temelinde her yıl taşan Nil sularının altında kalan tarla sınırlarını yeniden çizmek olabilir; fakat bütün bunlar insanlığın ve dolayısıyla matematiğin çocukluğuna ait olaylardır. Daha başlangıçtan matematik soyut olduğunu göstermiştir. Arşimet spirali, Zenon paradoksu (bir ok asla hedefine varamaz) ve Apollonius konikleri (elips, parabol, hiperbol) hangi gereksinime karşılık? İnsanlık Apollonius’tan yüzyıllar sonra Kepler’le gezegenlerin Güneş çevresindeki yörüngesinin elips

olduğunu ve daha sonra bazı kuyruklu yıldız yörüngelerinin parabol olduğunu öğrendi. Matematiği günlük gereksinimlere indirgemek onu çok hafife almak olur.

Matematik, Buluşlara Uygulanmak İçin Yapılmaz

Peki, matematik niçin yapılır? Bunu Galileo'nin ağzından dinleyelim: "Felsefe (bilim demek istiyor) gözlerimiz önünde açık duran 'evren' dediğimiz o görkemli kitapta yazılıdır. Ancak yazıldığı dili ve alfabesini öğrenmeden bu kitabı okuyamayız. Bu dil matematiktir; bu dil olmadan kitabın tek bir sözcüğünü anlamaya olanak yoktur". Laplace'ın ölmeden önceki son sözleri şunlar olmuş: "Bildiklerimiz çok değil, bilmediklerimiz çok fazla". Bütün bunlardan şöyle bir anlam çıkıyor: Biz kendimizi ve doğa'yı çok az anlıyor ve tanıyoruz. Aklımız olduğu için bir hayvan gibi yaşamıyor, hayatı ve doğayı sorguluyoruz. Bu da bir doğa yasası; su yüksekten alçağa akacak, volkanlar magma basıncı artınca püskürecek ve insan da aklı olduğu için düşünecektir. Düşündüğü için her şeyi sorgulayacaktır. İşte bu sorgulamanın dili matematiktir. Doğa insanın başına ölümsüz bir taç geçir-



Laplace: "Bildiklerimiz çok değil, bilmediklerimiz çok fazla"

miştir; bu taç akıldır; o tacın en parlak pırlantası da matematiktir.

Matematikçi, kendi beyin kıvrımlarının derinliklerinde daha önce bilinmeyen topraklar bulan bir kâşiftir. Mutluluğu da yaptığı keşiftir. Matematikçinin ne istediğini Newton şöyle belirtiyor: "Dünya beni hangi gözle görür, onu bilemem. Fakat kendi gözümde ben, bilinmeyenlerin büyük okyanusu kıyısında diğerlerinden daha düzgün ve daha renkli bir deniz kabuğu arayarak eğlenen bir çocuğum". Diferansiyel hesabı ve entegrali bulan, evrenin kütleçekim yasalarını keşfeden büyük Newton böyle diyor işte. Kendisine "çocuk" deyişi çok yerinde; çünkü gerçeği arayan bir matematikçi bir çocuğun saf ve temiz ruhunu taşır; sayılarla oynarken bir çocuğun çıkarlardan uzak, yaşamın kirlerine bulaşmamış mutluluğu ve heyecanı içindedir. O, pozitronun varlığını, daha keşfedilmeden matematik formüllerde gören Dirac'tır. O, Neptün gezegenini keşfedilmeden önce matematikle bulan Adams'dır. O, Öklit dışı eğri uzay geometrisiyle Einstein'a görelilik yasaları yolunu açan Riemann'dır. O, kuaterniyonları (dördeyler) bularak mühendisliğe ivme veren Hamilton'dur. O, matrisleri bularak Heisenberg'in kuantum mekaniğini geliştirmesini sağlayan Cayley ve Sylvester'dir. Bu liste çok uzayabilir. Olasılık hesabını bulan ve geliştiren matematikçiler (Pascal, Fermat, Leibniz, Bernoulli, de Moivre, Bayes, Condorcet, Laplace, Quetelet, Borel, Fisher, Kolmogorov) olmasaydı bugün bilimin her dalında uygulanan istatistik analizler yapılamaz ve büyük ölçüde olasılığa dayanan kuantum fiziği gelişmezdi. Asal sayıları bulan ve geliştiren matematikçiler (Öklit, Eratostenes, Fermat, Mersenne, Dirichlet, Wilson, Goldbach, Vinogradov) olmasaydı, bugün bankacılık, askerlik ve diplomaside kullanılan, en iyi bilgisayarların bile ancak yıllar sonra çözebileceği 100-200 basamaklı asal sayı şifreleri var olamazdı.

Burada vurgulamak istediğimiz şudur: Matematikçi buluş yaparken pratik bir amaca yönelik değildir; bir teoremi uygulansın diye bulmaz. O kafasının içinde kendisine gerçek dünyadan ayrı bir dünya yaratmıştır. Orada somut ya da soyut aksiyomlardan yola çıkarak usavurmayla belli sonuçlara ulaşır. Aksiyomların gerçeğe uyması şart değildir; örneğin Riemann, Lobaçevski ve Bolyai, Öklit dışı geometrilerinde, Öklit gibi somut, gerçeğe uygun, herkesçe kabul edilir aksiyomlar değil, kendi yaratıkları soyut aksiyomları kullanmışlardır. Önemli olan aksiyomlardan sonuca giden yolun mantıklı olmasıdır.

Matematikçi, p ve q'nün doğruluğuyla ilgilenmez; "p gerektirir q" ile ilgilenir. Aradığı sonuca varınca bir esrime duyar. Esrime hissi psikolojide mutluluğun en üst derecesi olarak kabul edilir; bu hissin belli göstergeleri vardır: büyük bir mutlulukla beraber büyük bir aydınlanma hissi, evrenle bütünleşme, kendinden geçme ve o anı asla unutamayış. Suyun kaldırma gücünü bir hamamda yıkanırken bulan Arşimet'in "Eureka" (Buldum) diye bağırarak saraya doğru çıplak koşması böyle bir esrime sonucudur. Bu esrime hissi olmasaydı Cauchy 24 cilt tutan 789 çalışma yayımlayabilir miydi? Euler basılması 34 yıl tutan 80 cilt yazabilir miydi?

Batı uygarlığının temelinde matematik yatmaktadır. Ortaçağ karanlığı boyunca düşünmek suç sayılmış, Engizisyon akılla savaşmış, aklın tohumları zindanlarda çürümüş ve ancak Rönesansla insanlığın ilkbaharı gelince aklın dallarında bilimin güzel çiçekleri açmıştır. Bilim ağaçları matematik toprağında büyümüşlerdir. Her matematik buluş, kendinde bir gün uygulanabilme gizilgücünü taşır.



Newton: "Dünya beni ne gözle görür bilemem; fakat kendi gözümde ben bilinmeyenlerin sonsuz okyanusu kıyısında, diğerlerinden daha düzgün ya da daha renkli bir deniz kabuğu arayarak eğlenen bir çocuğum".

Matematiğin Önemi

Eflatun, “matematiksiz kültür olmaz” demişti. Bugün kaç kişi böyle düşünüyor acaba? Ortaçağ karanlığında bile yıpranmayan tek bilim matematikti. Üniversitelerde ve okullarda ders programları daima matematik, geometri, astronomi ve müzik içerirdi. Son zamanlara kadar matematik, birçok köklü üniversitenin felsefe programlarının parçasını oluşturuyordu.

Ne yazık ki bugün matematiğin, uygarlığın ve kültürün temel elemanı olduğu gerçeği giderek gözden kaçıyor. Rönenasta resim, heykel, edebiyat ve felsefeyle birlikte matematiksel düşünce de 1000 yıl süren kışkusundan uyandı. Örneğin matematikçiler ilk kez Rönesans’ta şans ögesini olasılık hesabının içine aldılar. Bunun için Rönesans beklendi; çünkü olasılık hesapları geleceği belirleyebiliyordu; oysa ortaçağ için geleceği belirleyen tek güç Tanrı’ydı. 19. yüzyılda Cantor’un sonsuzu matematiğe sokması tutucu çevrelerde tepkiyle karşılandı; yalnız Tanrı sonsuz olabildi. 17. yüzyılda Newton ve Leibniz’in türev, diferansiyel ve integral hesabı (calculus) bulmaları büyük bir devrimdi; çünkü o zamana kadar matematik, hareket halindeki bir cismin belli bir andaki durumunu hesaplayamıyordu. Mühendislik ancak calculusla mümkün oldu. Bugün dergiler, gazeteler, radyo ve TV, matematiğe (bilmeceler hariç) tıp, fizik, biyoloji vb. kadar yer vermiyorlar. Bunun bir nedeni, matematik terimlerini halka açıklamamanın zor oluşudur. İnsanlar anlamadıkları şeyleri dinlemez ve okumazlar.

Matematik çok az kişinin sohbet konusu oluyor. Kim kime “Altın Oran”ı, Zeta ve Gama fonksiyonlarını, Stirling’in faktöryel formülünü öğrendin mi diye soruyor? Matematiğin kendine özgü dili, bir duvar gibi onu kendi dünyasına kapatıyor. 1997 sonunda yitirdiğimiz Prof. Cahit Arf anılarında otobüste 4-5 arkadaş bir matematik problemini coşkuyla tartışırken halkın kendilerini “mecnun” sandığından söz etmiştir.

ABD’de 3 matematik derneğinin 50 000 üyesi var. Amerikan Matematik Topluluğu’na 25 000 üye kayıtlı. Dünyada 1500 matematik dergisi var

ve her yıl 25 000 kadar matematik araştırma yazısı yayımlanıyor. Matematik son 50 yılda, 2500 yılda yarattığından fazla buluş yaptı. ABD’de bir yerleşkede matematik bölümü genellikle en büyüktür. En azından fizikçi ve ekonomist kadar matematikçi vardır. Matematikçiler her yerde hazır ve nazırdırlar. Aynı zamanda da görünmezdirler (Matematik Sanatı, J. P. King, s.6).

Öğrencileri matematikten soğutan bir eğitim de topluma zararlı oluyor. Matematiği gençlere sevdirmek şart. Saman kâğıdına, şekilleri renksiz, berbat baskılı (bazı sayılar okunmuyor) ve paragrafsız, iç içe yazılarla yazılmış okul kitabı artık olmamalı.

Bilimlerin en hızlı değişeni matematiktir. Matematik 2000 yıllık kuramları hâlâ geçerli olan tek bilim dalıdır. Fakat bu 2000 yıllık ağaç durmadan yeni sürgünler vermektedir; işte son yılların fraktal geometrisi, kaos teorisi, standart olmayan analiz, oyun teorisi vb. Eski dallardan olasılık kuramı, trafiğe ve iletişime uygulanıyor;



Descartes: “Düşünüyorum, öyleyse varım”.

uzay uçuşlarında roketlerin kalkış hızı, yakıt miktarı, yörünge ve seyir bilgileri matematik gerektiriyor. Üretim ve tüketim hızları, enflasyon, devalüasyon, borsa, faiz, büyüme hızı, kişi başına düşen gelir vb. matematiksiz olamaz. Doğal olarak matematikçi bazen bilgisayarla bütünleşiyor.

Matematiğin bu uygulamaları yanında soyut matematik de dev adımlar atıyor; çünkü matematikçiler için yarar değil, estetik önde gelir. Bertrand Russell’in dediği gibi matematikte sanatlardakine benzer bir güzel-

lik vardır; bir teoremden “ne kadar güzel”, “ne kadar zarif” diye söz ederiz. Varılan sonuç ne kadar yalın ve basit işlemlerle elde edilmişse o derece güzeldir. Matematikte karmaşıklık, istenmeyen bir şeydir. Matematik bir solucan yumağı değil, altın halkalı bir zincirdir. Bugün sonsuz sayıda irili ufaklı sonsuzlar var; oysa daha 150 yıl önce sonsuzla uğraşmak Tanrı’nın işine karışmak sayılıyordu. Bugün geometride sonsuz boyutlu uzaylar kullanılmaktadır; yeni cebirler yaratılmıştır.

Yeni bir matematik dalı doğmuştur: Eğlence matematiği. Öğrencilere matematiği sevdirmekte bütün dünyada bu kullanılıyor. ABD’de yıllardır Journal of Recreational Mathematics (Eğlence Matematiği Dergisi) yayımlanmakta. İçinde insanı merak içinde bırakan sıra dışı problemler ve konular var. Ayrıca ABD’de Mathematical Intelligencer, Mathematical Teacher, Mathematical Gazette, Mathematical Horizons adlı popüler matematik ve Quantum adlı popüler matematik-fizik dergileri yayımlanıyor. Rusya’da 1976’dan beri aylık Kvant dergisi, Rusça olarak renkli şekillerle çok sıra dışı matematik-fizik yazıları ve problemleri veriyor. ABD Quantum popüler matematik-fizik dergisi 1990’dan itibaren Rus-Amerikan ortak yapımı olarak tamamen İngilizce çıkıyor. Popüler bilim dergilerinden Scientific American, Discover ve Recherche her sayısında matematik-mantık soruları veriyor. Biz de Bilim ve Teknik dergisi olarak 1963’ten beri zekâ sorularına yer veriyoruz. Matematik eğlence problemleri büyük değer taşıyor; büyük matematikçilerden Hamilton, Fermat, Euler, Steiner, Lucas vb. matematik bilmeceleriyle hayli uğraşmışlardır; örneğin Euler’in Königsberg Köprüsü (7 Köprü) problemi, Hamilton’un gezi oyuncağı, Steiner’in gezici satıcı, Lucas’ın Hanoi Kulesi problemleri. Bu konuda çok ünlü diğer üç isim Amerikalı Sam Loyd ve Martin Gardner ve İngiliz Henry Dudeney’dir.

Dünyada yaklaşık 6000 kadar yaratıcı matematikçi vardır. Bu matematikçiler için matematik bir oyun gibidir. Öklid’in aksiyomları gözlemlerden türetilmiş, “doğruluğu açıkça belli” gerçeklerdi. Modern matematiğin

aksiyomlarıysa tamamen soyuttur. Onları satranç kurallarına benzetebilirsiniz. Doğada ne satranç vardır, ne de modern aksiyomlar. İsterseniz satranç kurallarını değiştirebilirsiniz: üç kişiyle oynanan satranç, üç boyutlu satranç vb. Modern aksiyomlar gerçeğe dayanmamakla birlikte, satranç kuralları gibi kendi içlerinde tutarlıdır. Bu aksiyomlar dış dünyanın gerçeklerinden kopuksalar da kendi matematik “gerçek”lerini yaratmışlardır. Matematikçiler yarattıkları yeni gerçeğin mantığa tam uyup uymadığını bilemezler. 20. yüzyılda Bertrand Russell ve Hilbert, matematiği sağlam mantık temellerine dayandırmaya uğraşırlarken Gödel, matematikte kanıtlanamayacak gerçekler olduğunu göstermiştir. Kendi tutarlılığını kanıtlamak, matematiğin gücünü aşar.

Matematikte birçok kavram bir çocuğun anlayabileceği kadar basittir. Columbia Üniversitesinden Edward Kasner, anaokulundaki çocukların sonsuz kümeleri kolayca anladıklarını belirtmiştir. Çocuklar soyutlamaya eğilimlidir; çünkü hayalleri geniştir; masalları da bu nedenle severler. Ünlü “Alice Harikalar Diyarında” çocuk kitabının yazarı bir matematikçiydi: C. L. Dodgson ya da takma adıyla Lewis Carroll.

Matematikte Düşüncenin Zarafeti

Bir matematikçi diğerinin buluşunu “çok zarif” (elegant) diyerek över. Güzel bir matematik buluşu tanımlamak güzel bir insanı tanımlamak kadar zordur. Stanford Üniversitesinden Prof. George Polya bir teoremin zarifliğini şöyle tanımlıyor: “Matematikte zarafet görebildiğiniz düşüncelerin sayısıyla doğru, onları görebilmek için harcadığınız çabayla ters orantılıdır”. Burada yalınlığın güzelliği vurgulanıyor. Bir filozof “basiti yaratmak deha ister” demiştir. Ünlü İngiliz matematikçisi G. H. Hardy “Bir Matematikçinin Savunması” kitabında şöyle der: “Matematikçinin yarattığı şey, bir ressamın ya da şairinki kadar güzel olmalıdır. Düşünceler, renkler ve sözcükler gibi uyumlu bir biçimde birbirine uymalıdır... dünyada çirkin matematik için kalıcı bir yer yoktur”. Mate-

matik bir sanat eseridir. Şair John Keats şöyle der: “Güzellik hakikattir; hakikat de güzellik”. Bertrand Russell de matematikte yalnız doğruluk değil, sanattaki gibi güzellik olduğunu vurgular. Hardy zarif bir matematik buluşun bir kare bulmaca ya da satranç problemi gibi entellektüel bir çıkmaz sokak olmaması, mutlaka diğer matematik düşünceleriyle bağlantılı ve zenginleştirilmiş olması gerektiğini söyler.



Euler 80 cilt tutan matematik makaleleri yazdı; bunların basılması 34 yıl sürdü.

ABD’de İleri Çalışmalar Enstitüsü’nden Marston Morse özetle şöyle demiştir: “Matematik buluş mantıkla ilgili değildir. Burada sanatla matematik arasındaki bağ ortaya çıkar. Matematikçi kimsenin anlamadığı esrarlı bir güçle sonsuz desenler arasından birini seçip yeryüzüne indirir; bunda kendinin de farketmediği bir güzellik önemli rol oynar”.

Matematikçinin en gelişmiş estetik hissi, müzikle ilgili olanıdır. Birçok matematikçi müzik aletleri çalar, ya da korolara, küçük orkestralara ve oda müziği gruplarına katılır. Matematiğin terimleri müziğin notaları gibidir. İkisi de güzellik yaratıcı hayal ürünleridir ve ikisinde de tek bir yanlış bile yer yoktur. Matematik buluş aklın senfonisidir; hayaldeki güzellik sıkı bir mantık disiplini altında somutlaşmış ve sonsuzlaşmıştır. Bir matematikçi bir müzik parçasının bestecisini kolaylıkla tanır.

Matematikçi şiiri sever. Alman matematikçisi Weierstrass şöyle demiş: “Biraz da şair olmayan hiçbir matematikçi, gerçek matematikçi sayılmaz”.

Birçok matematikçi satranç, briç gibi oyunlar oynar. Ancak bunlarda birinci olan azdır. Dünyada satranç şampiyonu olan iki matematikçi çıkmıştır: Emanuel Lasker ve Max Euwe. Bunun üç nedeni vardır: Önce satranç şampiyonu olmak için her gün saatlerce satranç oynamak şarttır; matematikçinin buna zamanı yoktur. İkincisi matematikçi düşünerek hatasını düzeltir; satrançta buna zaman yoktur; matematikçiler çok hızlı düşünür diye bir şey de yoktur. Hızla akıldan hesap yapmak, ancak bazı matematikçilerde görülmüştür: Gauss, Euler, Galois, von Neuman vb. Üçüncüsü, satranç şampiyonlarının hepsinde özel bir yetenek bulunmasıdır: Fotoğrafsal bellek. Şampiyon bir bakışta tahtanın tümünü görür ve onu uzun süre gözlerinin önünde canlandırabilir. Bu sayede 50-60 kişiyle gözü bağlı simültane maç yapıp kazanabilir. Bütün şampiyonlar oynadıkları bir maçın bütün hamlelerini uzun süre sonra bile anımsarlar; 9-10 hamle ötesini görebilirler. Fotoğrafsal belleği olmak koşuluyla, her matematikçi satranç şampiyonu olabilir; fakat satranç şampiyonlarının hepsi matematikçi olamazlar. Bunlar iki ayrı yetektir. Matematikçiler matematiği bir bütün olarak görürler. Genellikle matematikçiler mühendisler kadar cisimleri gözlerinde canlandıramaz ve muhasebeciler kadar akıldan hızlı hesap yapamazlar; fakat hayal güçleri sınırsızdır. Augustus De Morgan “matematikde hayal gücü mantıktan önce gelir” demiştir.

Matematikçinin Karakteri

Matematikçilerin çoğu yalnız çalışır, grup halinde araştırma yapmazlar. Matematik makalelerinin hemen hepsi tek imzalıdır; bir azınlığı iki imzalıdır; ikiden fazla imzalı yok gibidir (tıpta da aksi; 15 imzalı makale bile vardır). Matematikçi buluş için 4 şey ister: sakın bir oda, kütüphane, kâğıt ve kalem; tabii bir de yaratıcı bir beyin. Kimyacı ve fizikçiler laboratuvara bağımlıdır. Belki böyle serbest oldukları için, matematikçiler genellikle çok seyahat ederler ve diğer matematikçilerle temas kurar-

lar. Macar asıllı Amerikan matematikçisi Paul Erdős durmadan seyahat eden biriydi.

Matematikçiler şairlerin aksine kesin olmamaktan nefret ederler. Kesinlik matematikçinin kalite damgasıdır. Matematikçiler bizlerin bilmediği birçok şeyi bilirler; fakat çoğu, söylencesel deniz kızları gibi yalnız kendileri için şarkı söylerler; bizler için değil. Yüksek matematiğin tümünü matematik dışında olan meraklılara öğretmek için tek bir kitap yazılmamıştır daha; ancak parça parça öğreten kitaplar vardır. Neden? Matematikçi olmayanlar matematiği anlayamaz önyargısından mı? Matematiği kapalı duvarlar arasında saklamak için mi? Hiçbiri değil. Daha lisede edebiyat (sosyal) ve fen kolları ayrılır. Sosyalciler sanat ve felsefe deyince koşarlar; matematik deyince kaçarlar; lise bitse de şu matematik belasından yakayı kurtarsak derler. Liseden sonra matematiği yanlarına uğratmamaya yeminlidirler. Birinci neden bu. İkinci nedense, matematikçilerin çoğunun kendi fildişi kulelerinde matematiğin esikleştirici büyüüne kapılmış olmalarıdır. Onlar matematik anlatmak değil, matematik yapmak isterler; yani matematikte buluş yapmak peşindedirler. Bir şair de kimseye şiir yazmayı öğretmeyi düşünmez. Matematikçilerin yazdıklarını yalnız kendileri ve matematikçiler (o da bazen) okurlar.

Sosyalciler için genellikle matematik taş gibi ağır, toprak gibi tatsızdır; onlar matematiği hiç düşünmezler. Mühendis ve bilimciler içinse matematik bir araç, mikroskop ya da tansiyon aleti gibi bir şeydir; işe yarar tabii. Ama o kadar. Mikroskopun güzeli mi olur?

Oysa matematikçi çok güzel şiirler yazan, ama onu anlayacak okurlar bulamayan bir şair gibidir. Matematikçi olmayanlarla arasında uçurumlar vardır.

Matematikçiler kendilerini bir sanatçı olarak görse de - ki gerçekten öyledirler- ne yazık ki sanatçılar onları duygusuz, mermer mantıklı insanlar olarak görürler.

Matematikçi, formülleri kara tahaya özenle yazar. Onlara saygı duyar. Karşılarına geçip susarak onları seyreder. O sırada kafasının içinde Beetho-

ven'in 9. senfonisi ya da Mahler'in 1. senfonisi çalıyor gibidir. Matematikçi, matematiğe tapar. Pisagorcuların sayılara taptıkları biliniyordu. Pisagorcular $\sqrt{2}$ 'yi (irrasyonel sayıları) tanımıyorlardı; kenarı 1 olan karenin köşegenini $\sqrt{2}$ bulunca çok şaşırmışlar, Tanrı'ların kendilerini çarptığını sanmışlar, bunu bir sır olarak saklamışlardı.

Matematiksel dünya kafanın içinde, gerçek dünya ise dışındadır. Matematikçi garip bir paradoks içindedir: Kendisi gerçek dünyada yaşar; ancak üzerinde çalıştığı nesneler o dünyada yaşamazlar; kafasının içinde yaşarlar. Bunun için çoğu kez dalgındırlar. Kafanın içinde yaşayan bir şey daha vardır: Gerçek.



Kepler: "Dünya Güneş etrafında dönerken bir elips çizer ve Güneş bu elipsin odaklarından birinde bulunur".

Matematikçi Alfred Renyi, şöyle demişti: "İnsanın var olmayan şeyler hakkında var olanlardan daha çok şey bilmesi ne gizemli değil mi?". Matematikçi matematik hakkında gerçek dünyadan fazla şey bilir. Bazıları "Matematik insanın dışında da, kafasında da var; matematiği insan icat etmedi" diyorlar. Tartışmalı bir görüş. Doğada entegral, logaritma, türev, kök alma vb. var mı? Yok. O halde... Yalnız şu söylenebilir: "İnsanın kafasında doğan matematik, doğaya uygulanabilmektedir." Ama her bilimde böyle değil mi? Doğayla insan beyninin ürünü olan mantık kurallarına uygundur. Bu nedenle insan mantığının ürünü olan matematik, doğaya da uygulanabilmektedir.

Matematik evrende varsa ve onu beynimize ve evrene Tanrı koyduysa

neden matematik bazen yanılmıştır? Örneğin Ptolemy'nin büyük yanılışı (Evren'in merkezi Güneş'tir). Newton'un ışık teorisi neden yanlıştı? Kepler neden gezegenleri çokyüzlüler içine yerleştirmeye çalıştı? Neden doğa'da yalnız doğal sayılar var; rasyonel, irrasyonel, aşkın, ondalık sayılar, log, ln, integral, türev, matris, n boyutlu uzaylar, topolojik garip şekiller vb. nerede?

Matematikteki yalın güzelliğe iki örnek verelim. Euler şu formülü bulmuştu. $e^{i\theta} = \cos\theta + i \sin\theta$. (θ gerçek sayı). $\theta = \pi$ için $\sin\theta = 0$ ve $\cos\theta = -1$ 'den $e^{i\pi} = -1$. Güzelliğe bakın. Matematiğin birbirinden bağımsız gözükken üç sayısı, natürel logaritmaların tabanı e , $i = \sqrt{-1}$ ve π nasıl bir araya geldi.

Bir başka güzellik. Öklit asal sayıların sonsuz olduğunu basitçe şöyle kanıtladı: olmayana ergi ile diyelim ki asal sayılar sonludur; p_1, p_2, p_3, \dots asal sayılar ve sonuncu asal sayı P olsun. Hepsini çarpalım: $A = (p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot \dots \cdot P) + 1$ yazalım. A asal sayı değil (asallar bitti; hepsi parantezin içinde; orada A yok). A , parantez içi sayıların hiçbirine tam bölünemez; hep 1 artar. A asal olmadığına göre en az 2 asal çarpanı vardır ve bu asal çarpanlar parantez içindekilerden ikisi olamaz (bunların hepsi kalan olarak 1 verir ve bu yüzden A 'nın asal çarpanı olamaz). Biz asal sayılar P ile bitti demiştik. Görüyoruz ki A asal değil; A 'nın en az iki tam bölene vardır. A 'nın en az bir asal çarpanı vardır ve bu, parantezimiz içinde değildir. O halde demek ki P 'den daha büyük en az 1 asal sayı vardır. Aynı yöntem tekrarlanırsa asal sayıların sonsuz olduğu anlaşılır.

Yazımızı Büyük Alman matematikçisi Jacobi'nin şu güzel sözleriyle bitirelim: "Ben matematiği insan aklını onurlandırmak için seçtim".

Selçuk Alsan

- Kaynaklar
Boehm, G.A.W., The New World of Mathematics, 1959
Boll, M., Matematik Tarihi, İletişim Yayınları, 1991
Dönmez, A., Matematik Tarihi, 1986.
Hardy, G.H., Bir Matematikçinin Savunması, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 1997
İ. Asimov, Biographic Encyclopedia of Science and Technology, 1975
King, J.P., Matematik Sanatı, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 1997
Sertöz, S., Matematiğin Aydınlatıcı Dünyası, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 1998
Wells, D., Matematiğin Gizli Dünyası, (Çeviri: Alsan, S.) Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1997.
Wells, D., Geometrinin Gizli Dünyası, (Çeviri: Alsan, S.) Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1998.
Tema Larousse, Tematik Ansiklopedi.

Vitrinde Olmayanlar

"Bilimin başka hiçbir dalı, insan ruhunun özgürleşmesine termodinamiğin ikinci yasası kadar katkıda bulunmamıştır." P. W. Atkins, İkinci Yasa adlı kitabına bu iddialı cümleyle başlıyor. "Zamanın yönünü gösteren ok" olarak da anılan ikinci yasayı derinlemesine ele alan kitaptan küçük bir alıntı...

Doğal değişimin yönü de gerçekleşme hızı da enerjinin dağılımıyla ilgilidir. Doğal değişimin yönü enerjinin yayılma yönüne, hızı ise atomlar arasındaki bağı koparan enerji birikiminin niceliğine bağlıdır. Atomlar enerji saldıklarında, gelişigüzel düzenlerinin yerini yeni bir yapı alabilir, çünkü saldıkları enerji uzaklaşarak atomların hareketsiz kalmasına neden olur.

Kaosun bu iki yönlü etkisini kabul etmek akla iki düşünceyi getirir: İlki, gerçek dünyanın nitelikleriyle sıcaklık arasında nasıl bir ilişki olduğu ve özellikle bu niteliklerin sıcak ve soğuk uçlara gidilerek gerçekleştirilen esaslı değişikliklere nasıl karşılık verdiğiyle ilgilidir. İkinci ise, bu uç noktalara, özellikle de soğuk uca nasıl ulaşılacağı üzerinedir. Soğuk ucu ele almamız gerekiyor, çünkü termodinamiğin ikinci yasasına ters düşüyor gibi görünüyor: Bir cisim içinde bulunduğu çevrenin sıcaklığının altına nasıl soğutulabilir? Isı akışı söz konusu olduğunda, değişimin doğal yönü ters yöndedir; bu bakımdan soğutma doğaya karşı bir işlemdir.

Sıcaklık ölçeğindeki yolculuğumuza sıradan bir yerden, bir piknik alanından başlayabiliriz. Daha sonra sıcaklığı onun katları biçiminde artırabilir ve azaltabiliriz. Piknik yaptığımız normal sıcaklıktan on ya da yüz kat daha sıcak veya soğukna gidebiliriz.

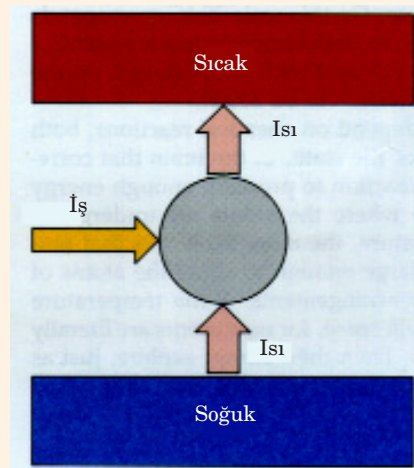
Normal sıcaklıklarda, yani 20°C ve civarında, piknik faaliyetleri için gereken tepkimeler makul hızlarda gerçekleşebilir. Piknik yapanların vücutlarında yaşamsal tepkimelerin gerçekleşmesi içinse, biraz daha yüksek bir sıcaklığa, yaklaşık 37°C'ye ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, bu sıcaklıklar aşağı yukarı aynıdır. Kelvin sıcaklık ölçeğinde gösterdiğimizde birbirlerine yakınlıkları daha belirgin hale gelir. Bu ölçekte 20°C, 293K'e, 37°C de 310K'e karşılık gelir, yani her iki sıcaklık da 300K'e yakındır. Bundan böyle sıcaklıkları Kelvin ölçeğine göre ele alacağız, "normal sıcaklığımız" da 300K olacak.

Piknikte gerçekleşen şeyler, hem yemek yemekle ilgili işlemler hem de beynin zevk almayla ilgili faaliyetleri, kimyasal tepkimelere bağlıdır. Herhangi bir tepkimenin başlayıp devam etmesi için, atomların yeni bir düzen içine girdiği

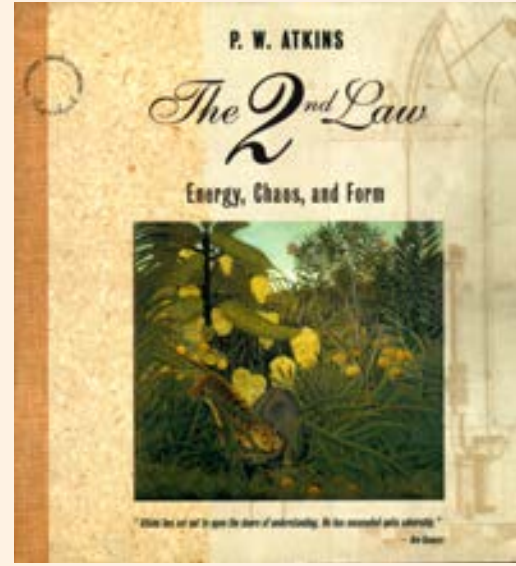
moleküllerde yeterli enerjinin toplanması gerekir. Sıcaklık ne kadar yükselirse, enerjinin gelişigüzel birikiminin, moleküllerin atomlarının yeni düzenler oluşmasına olanak sağlayacak kadar büyük olma olasılığı o kadar fazladır. Sıcaklık çok düşerse, yaşamla ilgili süreçler durur, çünkü bu durumda atomlar kelimenin tam anlamıyla o andaki yapıları içinde donup kalırlar. Artık başka yapıları keşfe çıkamazlar, tıpkı donma noktasının altına soğutulduğunda suyun akamaması gibi.

Soğuğa nasıl erişebiliriz? Örneğin, piknikte yiyip içeceğimiz şeyleri normal sıcaklıklarının onda biri bir sıcaklığa nasıl soğutabiliriz? Soğutma doğaya aykırı gibi görünürken, bazı şeyleri nasıl olur da 30K'e (-243°C) soğutabiliriz?

Termodinamiğin ikinci yasasında belirtildiği gibi, soğutma aslında doğaya aykırı değildir. Bu yasa, başka bir yerde değişim olmadan ısının soğuktan sıcaklığa kendiliğinden akmasına izin vermez, daha doğrusu, bunun gerçekleşmesinin son derece olanaksız olduğunu belirtir. Başka bir yerde bir değişim olursa, iki farklı sıcaklık arasındaki ısı akışını (bir buzdolabının içinden odaya olduğu gibi, soğuktan sıcaklığa ısı akışını) yasaklamaz. Sıcaklıkla yaşam arasında başka bir benzeşim daha var. Soğuk nasıl kendiliğinden ortaya çıkmazsa, yaşamın düzenli yapıları da kendiliğinden ortaya çıkamaz: Oysa, başka bir yerde telafi edici bir değişim meydana gelirse, hayatın ortaya çıkışı ikinci



Soğutucu aslında tersine çalıştırılan bir motordur. İş yapıldığı sürece ısı soğuktan sıcaklığa taşınabilir.



The Second Law
P. W. Atkins
Scientific American Books, 1994, 216 sayfa

yasaya aykırı düşmez. Yaşamak için yemek yemek zorundayız, bu da aldığımız düzenli ve yüksek nitelikli bir enerjiyi, örneğin bir sandviçteki enerjiyi, başka bir biçime dönüştürmemiz gerektiği anlamındadır. Bir yeri ya da bir şeyi soğutmak için de başka bir yerdeki enerjiden yararlanmamız, örneğin bir miktar kömür yakmamız, bir atom çekirdeğini parçalamamız veya barajlara yerleştirilmiş boruların ve türbinlerin içinden kuvvetli bir su akışı sağlamamız gerekir. Dünyadaki enerjinin kullanılabilirliğinin bu biçimde tahrip edilmesiyle, kaos küçük bir ölçekte yatıştırmak mümkün olabilir ve tıpkı iş yaparak bir bina inşa edilebileceği gibi, herhangi bir şey de iş yapılarak soğutulabilir. Doğaya büyük bir ölçekte değil ama küçük bir ölçekte nasıl karşı gelindiğini anlamının en iyi yolu bir soğutucuyu incelemektir.

Sıcaktan soğuğa ısı akışı olduğunda iş üretilbildiğini daha önce görmüştük. Şimdi enerjinin ısı olarak ters yönde akması için işin kullanılabilirliğini göreceğiz. Bir soğutucu motorunun pistonu, silindirin içinde hapsolmuş gaz tarafından dışarı doğru itilir ve böylece dış ortamda iş yapılmış olur. Bu sırada gazın sıcaklığı düşer, çünkü gaz parçacıklarının hareketinde depolanan enerji işe dönüştürülür. Ancak, silindirin çeperleri çevrimin bu aşamasında ısıyı ilettiğinden bu süreç eşisıldır, çünkü soğutulan cisimden silindire enerji girişi olur.

Çeviri: Banış Bıçakçı

Yayın Dünyası

Murat Dirican



Dünya Düzeni: Eskisi Yenisi

Noam Chomsky
Çevirmen:
Tuncay Birkan,
Ali Çakıroğlu
Metis Yayınları /
Yaşadığımız
Dünya Dizisi
İstanbul Nisan
2000

Yeni Dünya Düzeni gerçekten yeni mi? Ya da yeni olan ne? Küresel politikalarda sürekli vurgulanan "yeni dünya düzeni"nin hakikatle bir ilişkisi var mı? Chomsky, zengin tarihsel verilerden hareketle yürüttüğü tartışmasında, soğuk savaş döneminin nükleer tehdit, Doğu Bloku tehlikesi gibi bahanelerinin yerini alan yeni gerekçelendirmelerle Batı'nın aynı programı sürdürdüğünü göstermeyi amaçlıyor. Chomsky, kitabında dünya düzeninin iddia edildiği yönde değişmediğini, yalnızca eski bahanelerin yerini yenilerinin aldığını, bu yeni söyleme meşruiyet kazandırmak için, pek çok tarihçi ve siyasi yorumcunun da yakın tarihi değiştirerek yeniden yazmaya giriştiklerini savunuyor. Ona göre, dünya gündemini demokratik, çok-sesli bir açıdan izliyormuş görüntüsünü veren bir medyanın, yalnızca izin verilen ve yalnızca izin verildiği şekliyle göstermeyi, verileri gizlemeyi ve çarpıtmayı başarıyla üstlendiği bir döneme girilmiştir. Böyle bir dönemde Chomsky'nin sorgulayıcı çalış-

masının, geçmişin ve bugünün varolan düzeninde değişmeden kalanı anlamakta büyük bir önem taşıdığını söylenebilir.



Hastalığın Penisilininle Fethi: Alexander Fleming

Steven Otfinoski
Çevirmen:
Celal Kapkın
Evrım Yayınevi
İstanbul
Mart 2000

Kitap, 1922'de antibiyotikçi bulunan İskoç bakteriyologunun yaşamını ve çalışmalarını anlatıyor. Bakteri kültürleriyle denemeler yapan Fleming kültürlerinden biri üzerinde gelişen mavi bir küfün, çevresindeki bakterileri öldürdüğünü fark etmişti. Küfün adı penicilium olduğu için Fleming küfün bakteri öldüren maddesine penisilin adını vermişti. Enfeksiyon sürecinin henüz az bilindiği ve küçük bir sıyrığın bile ölümcül kan zehirlenmesine yol açabildiği bir dönemde Fleming'in bu buluşu, bir dönüm noktası olmuştu. Buna karşın penisilinin insanlar üzerinde kullanılması için yirmi yıl geçti ve II. Dünya Savaşı'nda sayısız yaşam kurtararak kendini kanıtladı. Steven Otfinoski de bu alçakgönüllü ama zeki bilim adamı tarafından yapılan buluşun hem tıp devrimi haline gelişinin hem de insanlığa katkısının öyküsünü Hastalığın Penisilininle Fethi'nde anlatıyor.



Osmanlı Adet, Merasim ve Tabirleri

Abdülaziz Bey

Yayına
Hazırlayan:
Kazım Arısan,
Duygu Arısan
Günay
Tarih Vakfı Yurt

Yayınları / Osmanlı Araştırmaları Dizisi
İstanbul Mart 2000

Umur-ı Mülkiye Nazırı Pertev Paşa'nın torunu Abdülaziz Bey'in (1850-1918), Osmanlı toplumunda günlük yaşam, törenler, gelenek ve görenekleriyle kullanılan deyimler üzerine bilgi ve gözlemlerini kaleme aldığı on dört defter ilk kez yayımlanıyor. Özellikle İstanbul yaşamı konusunda bu denli ayrıntıyı içeren ilk elden kaynakların ne kadar az olduğu gözönüne alınırsa, Merhum Prof. Kazım Arısan ile Duygu Arısan Günay'ın yıllarca emek vererek sadeleştirdikleri ve dipnotlarla zenginleştirdikleri bu kitap önemli bir boşluğu dolduracak. Özgün adıyla Adat ve Merasim-i Kadime, Tabirat ve Muamelat-ı Kavmiye-i Osmaniye'de, eski doğum, eğitim, evlenme törenlerini, İstanbul'un semtlerini ve evlerini; giyim-kuşam çeşitlerini, inanışları, eğlenceleri, nasıl mehtaba çıkılır, aşure nasıl pişirilir gibi adetleri, goygoyculardan müneccimlere, muhalebicilerden köçeklere değin değişik insan manzaralarını okuyacaksınız.



Günümüzde Psikoterapi

Saffet Murat
Tura
Metis
Yayınları
İstanbul
Mart 2000

Psikanalizden türeyen

psikoterapi, insanlığın umutsuzluk ve kaygıyla savaşımlarında önemli bir aşamayı simgeler. Yirminci yüzyıl boyunca da psikoterapi tekniklerinde büyük bir çeşitlilik gözlenir. Günümüzde Psikoterapi, bu konudaki Türkçe kaynakların sınırlılığını göz önüne alınarak, özellikle sınır durumlar ve narsizm konuları çerçevesinde geçen başlıca tartışmaları özetlenerek temel ve güvenilir bir bilgi aktarmayı amaçlıyor. Analitik psikoterapi kuramları arasındaki çatışmaların sanıldığı kadar uzlaşmaz olmadığını savunan kitap, kuramsal tartışmaların çoğunun, psikoterapi tekniklerinin oluşturduğu farklı deney ortamlarında, farklı tepkiler gözlenmesinden kaynaklandığını öne sürüyor. İşte bu nedenle Günümüzde Psikoterapi, değişik teknikler ve bu tekniklerle bağlantılı kuramları birlikte ve karşılaştırmalı olarak okumanın, bütün bu perspektiflerin üstünde bir geometriye; bütünsel ve merkezlessiz bir kavrayışa ulaşmayı kolaylaştıracak inancıyla yazılmış.



Safiye Sultan

(iki cilt)
Roman
Ann Chamberlin
Çeviren:
Solmaz Kamuran
İnkılap Kitabevi
İstanbul, 2000



Sıfırdan Sonsuza

Popüler Bilim
Ann Rae Jonas
Çeviren: Özlem Çelik
Timaş Yayınları
Bilim Dizisi
İstanbul, Mart 2000



Görkemli Kaybedenler

Öykü
Leonard Cohen
Çeviren: Nezihe Onur
Altıkırkbeş Yayınları
İstanbul, Nisan 2000



Delphi 5'e Bakış

Bilgisayar
Ruhrer Barengi
Seçkin Yayınevi
Ankara, 2000

Halk Edebiyatı

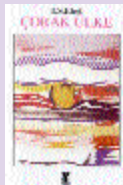
Dersleri

Edebiyat
Pertev Nailli Boratav
Tarih Vakfı Yayınları /
Boratav Arşivi
İstanbul, Mart 2000



Çorak Ülke

Şiir
Thomas Stearns Eliot
Çeviren:
Yaşar Güneç
Yaba Yayınları / Şiir
Dizisi
İstanbul, Nisan 2000



Sağlıklı Yaşam İçin Doğru Beslenme

Sağlık
Aysel Kavas
Literatür Yayıncılık
İstanbul, Nisan 2000



Adım Adım Microsoft Excel 2000

Bilgisayar
Çeviren: Esra
Davutoğlu
Arkadaş Yayınları
Ankara, 2000





Kendinizi Sınavın

Size bir oyunun ilk açılış hamlelerini veriyoruz ve sonrakileri tahmin etmenizi istiyoruz. Hamleleri doğru tahmin ettikçe puan kazanıyorsunuz. Oyunun sonunda puanlarınızı toplayarak ne kadar iyi bir satranç oyuncusu olduğunuzu görme şansınız oluyor. Oynamaya karar verdiğiniz hamle dışında diğer varyasyonları da düşünürseniz daha fazla puan toplama şansı yakalayabilirsiniz.

Bu oyun Beyaz için doğrudan bir zafer olarak görünse de Siyah'ın harika savunma yolları geliştirdiğini görüyoruz. Bu yollar o kadar iyi ki kimi anlarda oyun tamamiyle kurtarılmaz bir hale dönüşse de Siyah direnmeyi güçlü bir şekilde sürdürüyor. Bu oyun ayrıca geniş alan kontrolünün ne kadar etkili olduğunu göstermek için de birebir.

A. Hoffman- M Tempone Budapeşte Gambiti

1. d4 Af6 2. c4 e5 3. dxe5 Ae4 4. Af3 Ac6 5. e3 Fb4+ 6. Abd2 Ve7 7. Fe2 Axd2 8. Fxd2 Axe5 9. 0-0 Fxd2 10. Vxd2 d6



11. Ad4

5 puan. Budapeşte karşı gambitine karşı oynamak hayli zordur. Üçüncü hamlede At g4'e gidebilir 3. ...Ae4 oynanırsa neler olacağı belirsiz. 4. Ve2 d5!? 5. exd6 Ff5 gibi hamleleri oynamak için cesur olmalısınız. Bu oyunda ise böyle sonu bilinmezliğe giden varyasyonlar seçilmemiştir. Af3'e yerleşmiş ve 5. e3'le sakın ama mantıklı hamleler yapılmıştır. Taşlar geliştirilmiş ve e5'teki piyona saldırmaktansa rok yapmayı seçmiştir.

Beyaz ayrıca c4'teki piyonuyla merkez üzerinde Siyah'tan daha fazla bir kontrol gücüne sahiptir. 11. Ad4 hamlesi At değişimini engellediği için iyi bir hamle. 11. Axe5 için puan yok 11. ...dxe5 var.

11. Kfd1 ve 11. Kad1 hamleleri için **2 puan**. Siyah şimdi değişime giderse Fil çaprazdan harika bir konuma oturur.

11. ...0-0

12. Kac1

3 puan. Sağlam bir hamle. Beyaz ileride c piyonuyla bazı yollar açmayı düşünüyor. Bunun içinde arkasını Kale'yle destekliyor. 12. Kad1 ya da 12. Kfd1 için de aynı puan.

12. ...Fd7

13. f4

5 puan. Beyaz merkezde daha fazla alan elde etmek için bu şansı iyi kullanıyor. Bu hamle aynı zamanda Siyah'ın iyi yerleşmiş At'ını rahatsız etmek için de harika. 13. Kfd1 için yalnızca **2 puan**. Bu da iyi bir hamle ancak oyunun ruhundan uzak.

13. ...Ac6

14. Ab5

4 puan. Akıllıca bir hamle. Siyah bu baskılı durumdan kurtulmak için bazı değişimlere gitmek peşinde ancak Beyaz At'ı geri çekerek bunu engelliyor. 14. Ff3, iyi değil Siyah'a eşitleme şansı verir: 14. ...Axd4 15. Vxd4 Fc6

14. ...Vd8



15. Ff3

4 puan. Fil çok iyi bir konuma yerleşiyor ve Siyah kendisini şimdiden savunmada buluyor.

Aslında Beyaz için çok daha iyi bir yol var. 15. f5 (**5 puan**). e5 karesini Siyah'a bıraksa da bakalım bu hamle nelere sebep oluyor: Siyah'ın ...f5 piyon ileri sürümü engelleniyor, hatta f6'yla Siyah'ın şah kanadı zor durumda. Siyah'ın Fil'i için alan kısıtlanmış diğer yandan Beyaz için şah kanadında boşluk yaratılmıştır. Beyaz e4'ten sonra Kf1-f3-h3 ya da Kc1-c3-h3 hamlelerini yapabilir.

15. ...Vc8

16. Kfd1

3 puan. Kaleyi yarı açık düşeye çeken gerekli bir hamle. Beyaz aynı şekilde konumu 16. c5'le de hemen açabilir bu **3 puan**. 16. ...dxc5 17. Kxc5'ten sonra Beyaz için oyun çok kolay.

16. ...Ae7

17. Ae3

2 puan.

17. ...Fg4

18. Ve2

3 puan. Siyah hala değişim peşinde. Bununla baskıyı azaltmak istiyor. Bu kez başarmış gibi gözükse de Fil'in yerini Vezir alır. 18. Vf2 için de **3 puan** yine de oyunda oynanan hamle kadar zorlayıcı değil. 18. Fxg4 için yalnızca **2 puan**.

18. ...Fxf3

19. Vxf3



1 puan. Birkaç hamle içinde tahta üzerindeki konum tamamıyla değişti. Beyaz ilk tahtadaki konumuna bakılacak olursa çok üstün görünmüyordu. Ancak alan genişliği sayesinde kontrol ve güç elinde. Beyaz'ın taşları birbirini korumakta ve açılmış saldırı için hazırlar. Siyah ise yanlış karelere konumlanmış. Kaleleriyle e düşeyine baskı yapmak peşinde olsa da bu e7'de duran At'ıyla zor olacak görünüyor.

19. ...Ke8

20. e4

2 puan. Siyah dikkatli olmazsa Beyaz onu ezip geçecek.

20. ...a6



Bu çok iyi bir hamle. Siyah Beyaz'ın merkezine 20. ...b5'le saldırmak peşinde. Bunun dışında aynı planla 20. ...f5 de oynatabilirdi Buna karşı ne yanıt verirdiniz? Yanıt bir sonraki satırdadır.

Bu durumda oyunu açmak biraz riskli görüne de başka seçenek yok. Eğer 21. exf5 Axf5 At'ı iyi bir kareye yerleştirir. Buna karşılık 22. Vd5+ bu da 22. ...Ve6'yla savuşturulur.

21. e5 hamlesine karşılık 21. ...dxe5 22. Fxe5 Ag6 ve e piyonu düşebilir.

En iyi hamle 21. Ke1 **2 puan.** 21. ...fxe4 22. Vxe4 ve Beyaz hala üstün. Ancak Siyah'ın baskıyı bir parça da olsa hafiflettiği bir gerçektir.

21. f5

7 puan. Bu hamle Siyah'ın ...f5 hamlesini engeller ve f6 tehdidiyle şah kanadını dağıtma gözdağı verir. Siyah'ın son hamlesi hayli zayıftı ve Beyaz ...b5 tehdidiyle ilgilenmiyor bile. Çünkü At'ı c7 ve d6 piyonlarına bakıyor.

21. ...f6

Siyah bunu oynamak zorundaydı.

22. Ae2

5 puan.

22. ...Ac6



23. Af4

1 puan. Bu durumda Siyah e5 karesini At'la kapatabilir. Bu Beyaz'ın f5 hamlesini yaptığında zaten öngördüğü birşeydi. Ama Siyah bunun Vezir'i daha iyi bir kareye yöneltebileceğinden korkmuş olmalı. 23. ...Ac5 24. Vg3. Beyaz Ah5'le g7 ve f6'ya tehditler savuruyor. Eğer 24. ...Vd7 (25. Ah5 Vf6) o zaman 25. c5 hoş değildir. Beyaz'ın büyük bir alan üstünlüğü var. 24. ...Vd7 yerine 24. ...Ke7'ye ne yanıt verirdiniz?

Siyah'ın savunmasını kırmanın en iyi yolu: 25. c5'le 25. ...dxc5'e zorlamak ve 26. Ad5 Kf7 27. Axf6+ Kxf6 28. Vxe5'tir. Bu konumda Beyaz zafere çok yakın. 28. ...b6 29. b4! 28. Vxe5'e kadar bu yolu gördüyseniz **3 puan** daha alın.

23. ...Ke7

24. c5

7 puan. İşte zafer yolu.

24. ...dxe5

25. Vb3+

3 puan.

Açılış Ansiklopedisi

Bu ay köşemizde yine Kabul edilmeyen Vezir Gambiti açılışlarının Lasker varyasyonlarını bulabilirsiniz.

D50 KEVG : yarı-Tarrasch, Krause varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 c5 5.Af3

cx4 6.Axd4 e5 7.Adb5 a6 8.Va4

D50 KEVG : yarı-Tarrasch, Yaban Pillsbury varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 c5 5.Af3

cx4 6.Vxd4

D51 KEVG : 4.Fg5 Abd7

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7

D51 KEVG

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

D51 KEVG : Manhattan varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

Fb4

D51 KEVG : 5...c6

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6

D51 KEVG : Capablanca anti-Cambridge

Springs varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.a3

D51 KEVG : Alekhine varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.Af3

c6 6.e4

D52 KEVG

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3

D52 KEVG : Cambridge Springs savunması

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3 Va5

D52 KEVG : Cambridge Springs savunması,

Capablanca varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3 Va5 7.Fxf6

D52 KEVG : Cambridge Springs savunması

(7.cxd5)

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3 Va5 7.cxd5

D52 KEVG : Cambridge Springs savunması,

Yugoslav varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3 Va5 7.cxd5 Axd5

D52 KEVG : Cambridge Springs savunması,

Bogoljubow varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3 Va5 7.Ad2 Fb4 8.Vc2

D52 KEVG : Cambridge Springs savunması,

Arjantina varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3 Va5 7.Ad2 Fb4 8.Vc2

D52 KEVG : Cambridge Springs savunması,

Rubinstein varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3

c6 6.Af3 Va5 7.Ad2 dxc4

D53 KEVG : 4.Fg5 Fe7

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7

D53 KEVG : Lasker varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 Ae4

D53 KEVG : 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

D54 KEVG : Anti-yeni-ortodoks varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Kc1

D55 KEVG : 6.Af3

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3

D55 KEVG : Pillsbury atağı

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 b6 7.Fd3 Fb7 8.cxd5 exd5 9.Ae5

D55 KEVG : Yeni-ortodoks varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6

D55 KEVG : Yeni-ortodoks varyasyonu (7.Fh4)

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6 7.Fh4

D55 KEVG : Petrosian varyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6 7.Fxf6 Fxf6 8.Kc1 c6 9.Fd3

Ad710.O-O dxc411.Fxc4

D55 KEVG : Yeni-ortodoks hızlandırılmış (5.Fg5

h6) varyasyonu

1.d4 Af6 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.Fg5 h6

(6.Fxf6 Fxf6 7.Vb3 c6 8.e3 O-O)

D56 KEVG : Lasker savunması, Teichmann

variyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6 7.Fh4 Ae4 8.Fxe7 Vxe7 9.Vc2

D57 KEVG : Lasker savunması, Bernstein

variyasyonu

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6 7.Fh4 Ae4 8.Fxe7 Vxe7 9.cxd5

Axc310.bxc3 exd511.Vb3 Vd6

D58 KEVG : Tartakower (Makagonov-

Bondarevsky) sistemi

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6 7.Fh4 b6

D58/17 KEVG : Tartakower (Nikolic-Vaganian)

sistemi

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6 7.Fh4 b6 8.Fe2 Fb7 9.Fxf6

Fxf610.cxd5 exd511.O-O Ve712.Vb3

Kd813.Kad1

D58/23 KEVG : Tartakower (Kasparov-

Beliavsky) sistemi

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.cxd5 exd5 5.Fg5

Fe7 6.e3 h6 (7.Fh4 O-O 8.Fd3 b6 9.Af3

Fb710.O-O c5)

D59 KEVG : Tartakower (Makagonov-

Bondarevsky) sistemi (8.cd Axd5)

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O

6.Af3 h6 7.Fh4 b6 8.cxd5 Axd5

25. ...Sh8

26. Ag6+

4 puan. Siyah çok güçsüz. 25. ...Kf7 daha iyi bir savunmaydı.

26. ...hxg6

27. Kc3

3 puan. Oyuncuların oyun sırasında ne düşündüklerini kestirmek zor belki de Siyah, Beyaz'ın 27. fxg6 oynamasını bekliyordu. Bunu düşündüyseniz **10 puan** çıkarın. 27. ...Ve6 eğer 28. Vg3 Şg8 29. Vh4 Şf8 ve Vezir g8'deki matı önler.

27. ...Ke6

Çaprazı kesmek Kh3'le matı önler.

28. fxe6

3 puan. 28. Vxe6'da büyük bir olasılıkla kazandırır.

Siyah burada terk etti. 28. ...Ad4 29. Kh3+ Şg8 30. Kxd4 cxd4 31. e7+ ve 28. ...Ae7 29. Kd7'yle karşılanır ve Siyah için durum zor.

Şimdi puanlarınızı toplayın ve alttaki tabloyla karşılaştırın.

63-71 Büyükusta

53-62 Uluslararası usta

43-52 FIDE ya da Ulusal Usta

32-42 Usta Adayı

22-31 Güçlü Klüp Oyuncusu

11-21 Ortalama Klüp Oyuncusu

0-10 Satranç Meraklısı

Giriş ve Çıkışı Bantlanmış Bir Kutu

Gerçekten uzun ömürlü bir yayın olan Bilim ve Teknik dergisini yıllardır okuyoruz. Derginin bunca zamandır başta gençler olmak üzere, toplumun önemli bir kesiminde yer alan kalabalık okur kitlesini koruması, insanımızın bilime ve teknik alandaki gelişmelere ne kadar aç olduğunu bir belirtisi. Gözlemi, araştırmayı, bilgilenmeyi kendisinden uzak, kenardan seyreden ve yabancı kalan, akademik çevrelerin dışındaki halka birer köprü görevi görecektir bu tip çalışmaların artmasını, değişik çizgilerde alternatif bakış açıları sunmalarını diliyorum.

Einstein'in eşyaya ve bilimsel olgulara matematiksel bir gözle değil de, daha yargısız, hatta fantastik diyebileceğimiz bir metotla eğilmesinin onu fizikteki yerine taşıdığını biliyoruz. Bizlere yıllardır okullarda, adeta anlaşılması ve çözülmesi olanaksız, formüle dayanan, araştırmacı düşüncenin ayaklarına dolaşan biçimlerde sunuldu bilim. Sanki o seçilmiş bir zümrenin malıydı ve ne sunulursa sunulsun bizler onu ezberleyip kabullenmek durumundaydık. Düşünsenize, tüm kafalar böyle olsaydı eski fiziğin üzerine izafiyet, izafiyetin ardından kuantum nasıl inşa edilebilirdi?

Varlığı reddedilmez birtakım fenomenler var ki, bazıları bilimin bunları incelemeye tenezzül etmeyeceği(!) düşüncesinde. Evet, her olguyu varolan formüllerin kalıbına sokmaya çalışırsak, böyle... Bir bilim adamı açıklamasında şöyle söylüyor: "Gökcisimlerinin hareketleriyle yeryüzündekilerin bir ilgisi yoktur; çünkü bu gibi bir iddia bilimsel olamaz." Yani bilim herşeyiyle tamamlanıp, tüm sınır çizgileri net olarak çizilmiş, artık giriş ve çıkışı bantlanmış bir kutu mudur? Bence böylesi görüşler araştırmacılığın, icadı doğuran merakın ve yeni kapıların önünü kesiyor. Tüm bunlar benim kanaatlerim.

Ben hem felsefe, hem edebiyat, hem de fizikle içli dışlı bir insanım. Bu iki alanın beraberce yürüdüğü pek sık şahit olunan bir durum değil, gözlemlediğim kadarıyla. Dolayısıyla da yukarıdaki gibi yargılarının olması normaldir. Sizlerden de derginin genel seyrinde fazla değişiklik yapmanızı değil, fakat en uzak duran insanın bile ilgi ve merakını uyandıracak, konuyu değil dili basitleştirilmiş, bilimin uzayın derinliklerinde değil yaşadığımız hayatın tam içinde olduğunu fark ettirecek, bir akademisyenin de bir lise öğrencisinin de üzerinde düşünüp yorumunu katabileceği tarzda bölümler, yazılar yayımlamanızı istiyorum.

Murat Küçük
Eskişehir

Doğayı Koruyalım

Derginizle yeni tanıştım ve çok beğendim. Bundan böyle her ay dergiyi okumayı düşünüyorum.

Sizlerden bir konuya eğilmenizi istiyorum. Birazcık ol-

sun çevre sorunlarıyla ilgilenirseniz iyi olur.

Bu yazıyı size Antalya'nın Kumluca ilçesinden yazıyorum. Burada seracılık çok gelir getiren bir iş; ama zirai ilaç kutuları sulara ve çevreye atılıyor. Bütün su kanalları ilaç kutularıyla dolu. Gördükçe insanın içi ürperiyor. Atalarımız bize böyle bir çevre mi bıraktı?

Ülkemiz çok güzel ama değerini bilmiyoruz. Belediye başkanları da bu konunun bilincinde değil. O açılış senin, bu açılış benim deyip eğleniyorlar. Oysa yöneticilerimiz böyle olmamalı. Eğer derginizde bu yazıyı yayımlarsanız, belki sorunların biraz olsun farkına varırlar.

Mustafa Aras
Antalya

Çok Geç Olmadan!

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde öğrenciyim. Bilim ve Teknik'i 13 yıldır okuyorum.

Dergimizin yerine getirmeye çalıştığı misyonundan dolayı ben de taktir ediyor ve kutluyorum. Ancak Bilim ve Teknik dergisinin, benim okuduğum

bu 13 yıl içerisinde, boyutları dışında önemli bir değişim geçirdiğini söyleyemem. Bence, kendi alanında bir rekabet ortamında olmayan ve hâlâ 13 yıl önceki benzer bir şekilde, astronomi, parçacık fiziği, tıp gibi birkaç konuya ağırlık vermekte. Ülkemiz yayın dünyasında henüz ratingi düşmeyen bir dergi olmasının nedenlerini şöyle özetleyebiliriz: İyi bir alternatifinin olmayışı, TÜBİTAK'ca yayımlanması dolayısıyla güvenilir görülmesi, İnternet'in ülkemizde henüz çok yaygın kullanılmaması, insanların çoğunun yabancı dil problemi ya da İnternet'le ilgili bilgi yetersizliğinden dolayı sanal dünyanın en iyi bilim dergilerini okuyamamaları, dolayısıyla insanlarımızın çoğunun iyi bir bilim dergisinin neye benzediği konusunda pek fazla fikrinin olmayışı.

Günümüzde bilimin her alanında Bilim ve Teknik'in yetişmediği kadar hızlı gelişmeler olduğu gibi, ülkemizde de hem bilim, hem de yayın dünyasında ilerlemeler var. Daha güncel

Mektuplaşmak İsteyenler...

Edebiyat-Psikoloji-Felsefe-Fizik
Murat Küçük
Özel Tıp Cezaevi K1
Eskişehir

Matematik Öğretmenliği
Diyarbakır
e-posta:
yusuf kaya22@hotmail.com

Efsaneler
Aysun Turanlı
PK:174 Samsun

Genel
Osman Eke
7 Eylül Mah. Çine Cad.
17. Sok. No:21 Aydın
e-posta:teo_kul@usa.net
teomannn_13@yahoo.com.

Astronomi-Fizik-Matematik
Ümit Demirbaş Koç Üniv.
Fizik Böl. 1. Sınıf İstanbul
e-posta:
yazisalim@yahoo.com

Ahmet Turan
Maltepe Askeri Lisesi
Hazırlık Sınıfı 4231
8. Kısım
35314 Güzelbahçe-Izmir

Matematik-Şiir
Osman Ceylan
Denizli Erbakır Fen Lisesi
Gümüşler-Denizli

Esra Ak
Gazi Mah. 29. Sok.
Bilge Apt. NO:51/4
33960 Silifke-Içel

Şiir-Genel
Salih Ateş
Gülpinar Mah. Kiriş Sok.
Ş. Mülazimoğlu Apt.
No:24 D:25
Alanya-Antalya

Seçil Yıldırım
Hasan Bey Mah. Bayram
Y. Sok. No:17 Kat:3
Mudanya-Bursa

Şiir-Felsefe
Yusuf Kaya
Dicle Üniv. Eğitim Fak.

Abidin Kızılbulut
Ziya Gökalp Mah.
1712 Sok. No:1/14
Cudi Apt. 72060 Batman

Yusuf Selimoğlu
Atatürk Mah 167/2 Sok
No:23 Akhisar-Manisa

Doğa Sevgisi-Aşk
Hakan Coşkun
Umhuriyet Cad. 39. Sok.
28/10 Eryaman-Ankara

Satranç-Tıp
Özgür Demir
Akarbaşı Mah. Hacımahmut Sok. No:37-11
26010 Eskişehir

Zeka Oyunları
Suat Aşkın
Doğu Akdeniz Üniv.
Bilgisayar Mühendisliği
Gazimagosa-Kıbrıs
e-posta:
970593@yurt.emu.edu.tr

Bilgisayar-İnternet-İngilizce-Teknoloji
Mustafa Boyar
e-posta:
mib_ma@yahoo.com

Astronomi-Şiir-Tarih
Mehmet Arif Şahin
Dicle Üniversitesi Hukuk
Fak. Diyarbakır
e-posta:
marifsa@hotmail.com

Uzay-Astronomi-Şiir
Said Uygun
Etiler Mah. Karacalı Cad.
No:91
71400 Kırıkkale

Deniz
Ahmet Danışman
7258 Sok. No:26 K:2
Emek Mah. Karşıyaka-Izmir

Ufolar-Evrenbilim
Nilgün Coşkun
Sosyal Notlar
No:21/A
25650 Olur-Erzurum

Yönetim ve Organizasyon
B. Elvin Gürü
Ankara Cad. Çınar Sok.
Yılmaz Apt. 7/9
Akçakoca-Düzce

Uzay-Astronomi
Yusuf Ece
Tepebaşı Mah.
16 Sok. No:57
Kızıltepe-Mardin

Maddecilik-Evrım
Eren Doğan
7471 Sok. No:38 D:1
Karşıyaka-Izmir

ve daha bol habere yer verilme-
li. Ele aldığı bilimsel disiplin
yelpazesini daha geniş tutmalı.
Yalnızca bir alanda daha çok ya
da daha önemli gelişmeler ol-
ması durumunda o alana ayrılan
sayfa sayısı daha çok olmalı. Sa-
bit bir şekilde yayımlanan kö-
şeler şu anki pasif görünümün-
den kurtulmalı, daha interaktif
ve daha aktif hale getirilmeli.
Türkiye'deki bilimden ve bi-
lim adamlarından daha çok söz
edilmeli. *Nature*, *New Scien-
tist*, *Scientific American* ya da
Science gibi bu alandaki dev
dergilerden birinin Türkçe ver-
siyonunun yayımlanmaya baş-
laması durumunda, İnternet'te
yerli ve yabancı dergiler daha
çok okunmaya başladığında, ya
da bu alana el attığı taktirde kar-
marjını ve bilim politikasını dü-
şünerek en iyisini yapmaya ça-
lışacak bir özel kurum ortaya
çıktığında, Bilim ve Teknik
dergisi kendi geleceğini planla-
ma konusunda daha dikkatli
davranması gerektiğini geç an-
lamış olabilir.

Cengiz Kararkaya
Erzurum

İyisiniz, Ama Yeterli Değil

Birbirinden değerli sayıları-
nızı yıllardır biriktiren takipçi-
lerinizden birisiyim. Ortaya çı-
kardığınız işe saygısı olan biri
olarak sadece birkaç önerim
olacak: Bu dergiyle birlikte bir
CD-ROM vermeniz artık kaçınıl-
maz oldu. 21.yy yayıncılığın-
ın temel esası görsellik! Dergi-
yi sunuş formatınız güzel olma-
sına güzel ama içeriğin bir kıs-
mının görselleştirilebilir ve hat-
ta bu CD-ROM'larda yeni bölü-
mlerin açılabilir olduğuna
inanıyorum. En basitinden
screensaverlar verilebilir, ansik-
lopedik bir dizi başlatılabilir, ya
da benzeri multimedya uygula-
maları olabilir. Maliyet? Elbette
ki her Bilim ve Teknik okuyucu-
susu gibi ben de değerinin çok
altında bir fiyata bu dergiye aldı-
ğımın farkındayım. Ancak 10
dakikada okunan bazı bilgisayar
dergilerinin fiyatının 2 milyon
TL barajını utanmadan aştuğu
bir dönemde sizin yapacağınız
zam okuyucularınızdan kanım-
ca saygı görecektir.

Diğer önerimse, İnternet ile
daha bütünleşik olmanız. Ben
iki göbektir bu derginin tüm sa-
yılarına sahip olan bir okuyucu
olarak artık Bilim ve Teknik'in
İnternet'e daha fazla önem ver-
mesini istiyorum. Benim dergim
artık kapaktaki adının altına İnt-
ernet adresini yazmalı, bazı ge-
leşmelere ve sıcak haberlere İnt-
ernet sitesinden sürekli gün-
celleyerek yer verebilmeli. (Bu
arada siteniz üzgünüm ama tam
bir felaket. Sadece arşiv içeriyor
ve üstelik bir arama motoru bile
yok!) Teknolojik haberleri 1 ay
sonra çevirisinden okumak yeri-
ne günü gününe -tıpkı *New Sci-
entist*- gibi görmek istiyoruz. İş-
te ancak o zaman bir bilgi içe-
rikli dergi olan Bilim ve Teknik
zamana uyacak hızı ve hareket-
liliğe sahip olabilir. Bu düşünce-
lerimde hiç de yalnız olmadığımı
biliyorum. Çalışmalarınızda
başarılar dilerim.

İsimsiz
ireland104@hotmail.com

Öğrenciden Yana

Gerek Bilim ve Teknik der-
gisini gerek Popüler Bilim Ki-
taplarını yaklaşık beş yıldır dü-
zenli olarak takip etmekteyim.
Türk eğitime ve bilimine
yaptığınız katkıdan dolayı çok
teşekkür ederim. Öğrencileri
düşünerek ayarladığınız fiyat
politikası için ayrıca teşekkür
etmeden yapamayacağım.

Ümit Demirbaş

Bilimsel Yayınlar Artsın

İstanbul Üniversitesi Proto-
historya ve Önasya Arkeolojisi
1. sınıf öğrencisiyim. Bölüm
olarak sıkıntımız kitaplardan
yana. Bu konu hakkında çeviril-
miş kitap çok az. Tabii bu bölü-
me bizler İngilizce ve Almanca
bilerek gelmiyoruz. Bu konuda
yardıma ihtiyacımız var. Konu-
yla ilgili kitaplarınızın hepsini
edinmeye çalışıyoruz. Ekrem
Akurgal Hoca'nın kitaplarının
basımları çok iyi. Teşekkürler.
Ama yayın kısıtlı. Türkçe ba-
sımların çoğu uzun zaman önce
basılmış ve sınırlı. Çoğunu şu
an sahalarda bile bulmak ola-
naksız. Üniversiteler bize dil bi-
len öğrenci gelsin diyorlar; ama
bunun mümkün olmadığını he-

pimiz biliyoruz. Yayın olmadı-
ğından ve yabancı dil bilmedi-
ğimizden, öğrendiğimiz hiçbir-
şeyi tam bilmiyoruz. Sizden bu
konuya daha çok ilgi gösterme-
nizi istiyorum. Cildi süper ki-
taplar istemiyoruz. Şimdiye ka-
dar olduğu gibi içi bilgi dolu ki-
taplar istiyoruz. Bir kitabı çevir-
mek ve basmak çok zor olma-
malı. Birgün bir dil öğrendiğim-
de ilk işim bir kitap çevirmek
olacak....

Arzu Uzunali
a_uzunali@yahoo.com

Zekâ Oyunlarının Anlatımı Bozuk mu?

Yayımladığınız dergi için
için sizleri kutluyorum. Zekâ
Oyunları kısmındaki yazı me-
tinleriniz hakkında bir sitemim
var: Bu bölümdeki bazı soruları
anlamada zorlanıyorum. Örne-
ğin Ekim 99 sorularının birinde
ki soru, sanırım Hancının Bira-
sı'ydı. O bardaklar aynı anda mı
barmenin yanına getirilecek
yoksa önce birini 1 lt getirip
sonra o bardağı boşaltıp diğerini
ilk bardak yardımıyla 1 lt olarak
getirmek serbest mi!

Eğer soru gayet açıktı da
ben anlamadıysam, yazdıklarım-
dan dolayı özür dilerim. Yok
eğer daha çok soru sorabilmek
amacıyla sorular konsantre hale
getiriliyorsa o kötü.

Ferit Koray Kasım
Eskişehir

Amacımız, Bilimi Yaygınlaştırmak

Yüreği bilim, sevgi ve barışla
yanan genç bir topluluğuz. Ha-
yattaki en büyük amacımız
dünyayı sevgi ve barışla sarar-
ken, dünyada özellikle ülke-
mizde bilimin hak ettiği yere
gelmesini sağlamak. Şu an
amaçlarımıza ulaşız; fakat top-
luluğumuz büyüdükçe amaçla-
rımıza yaklaşacağız.

Türkiye'de bilim üvey ço-
cuk gibi görülüyor. Araştırmala-
rı destekleyecek ya da araştı-
maya teşvik edebilecek kuru-
luş sayısı az. Var olan kurulu-
şlar da yalnızca büyük kentler-
de. TÜBİTAK'ın da yeterli ol-
duğunu sanmıyorum. Bilim ve
Teknik dergisi de, herhalde
astronomi bilimi olmasaydı ya

birkaç sayfa olurdu ya da ya-
yımlanmazdı. Sizden Türk
gençliğine önder olmanızı isti-
yorum. Ülkemizin gelişmesi bi-
limin gelişmesini, bilimin geli-
şmesiyle bilimin sevdilmesine,
desteklenmesine ve bilimsel
araştırma merkezlerinin ülke-
mizi ağ gibi sarmasına bağlıdır.

Umarım bu yazıyı yayımla-
yacak kadar cesursunuzdur.

Yusuf Selimoğlu
Manisa

Teşekkürler Bilim ve Teknik

Yaklaşık üç yıldır Bilim ve
Teknik'i okuyorum. Bazan, ba-
zı konulardan birşey anlamıyo-
rum, Ama yine de derginin ta-
mamını okumak bana büyük
zevk veriyor. Özellikle de uzaya
çok meraklıyım. Bu konudaki
yazılarınızı okumaktan çok hoş-
lanıyorum. Posterlerinizi de çok
beğeniyorum; ama çift taraflı ol-
duğu için duvarıma asmıyorum.
Keşke tek taraflı bassanız; ama
o zaman da hangisini asacağıma
karar veremezdim.

Size çok teşekkür ediyorum,
böyle bir dergiye okuma fırsatı
verdiğiniz için.

Çiğdem
Ankara

Maddecilik ve Evrim

Onbeş yaşındayım. Dergi-
nizle 1998 Ağustos sayısında ta-
nıştım. Bilime olan merakım ço-
cukluğumdan beri vardır. Bu ne-
denle birçok ansiklopedi ve der-
gilerden bilgilenmeye çalışırım.

İlgi alanım maddecilik ve
evrim üzerine. Bu nedenle bu
konuda da yazılar yayımlamanızı
istiyorum. Derginiz gerçek-
ten çok güzel ve ben isteyerek,
beğenerek okuyorum.

Eren Doğan
İzmir

Sandığım Gibi Değilmiş

Lise 1. sınıf öğrencisiyim.
Derginizi bir arkadaşımın öne-
risiyle okumaya başladım. Saç-
ma sandığım derginiz hakkında
sonradan, okumaya başladıktan
sonra düşüncelerim değişti.
Şimdi beğenerek okuyorum.

Ahmet Danişman
İzmir

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Boğa

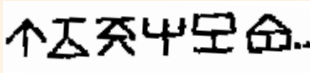


Boğanın başı sola bakıyor, yalnızca 2 kibritin yerini değiştirerek boğanın sağa doğru bakmasını sağlayın.

Bir Holmes Problemi

Şehir dışında yeni bir silahın yapıldığı fabrikaya bomba konmuş ve fabrika havaya uçurulmuştu. Mahkemede çeşitli tanıklar dinlendi. Bir çiftçi: “Fabrikadan önce bir patlama duyuldu. Sonra alevler ve en sonra dumanlar yükseldi”. Bir otostopçu: “Önce kopkoyu siyah bir duman çıktı fabrikadan, sonra alevler yükseldi ve en son büyük bir patlama duyuldu”. Bir çocuk: “Hiç duman görmedim. Önce patlama oldu ve sonra alevler yükseldi”. Civarda uçmakta olan bir özel uçağın sahibi: “Fabrikadan 250 km. uzakta 4 km. yükseklikte uçarken fabrikayı alevler sardığını gördüm. Sonra koyu bir duman çıkmaya başladı ve peşpeşe patlamalar oldu”. Mahkemede dinleyiciler arasında bulunan Sherlock Holmes yargıca konuşmak istediğini söyledi. Holmes’in söylediği bir cümle üzerine bu 4 tanıktan biri tutuklandı. Acaba kim tutuklandı ve Holmes ne söylemişti?

Bunlar da Ne?



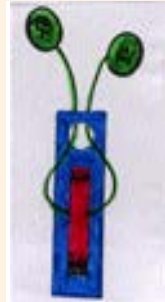
Yukarıdaki şekiller arasında bir ilişki vardır, bu ilişkiyi keşfederek son şekli siz çiziniz.

Yamyamdan Kurtulmak

Cin Ruhi ve Şahane Şahsenem tatillerini Afrika’nın yağmur ormanlarında geçiriyor-

lardı. Birden karşlarına üç yerli çıktı ve tamamlar çalmaya başladı. Yerlilerden biri dev gibi uzun boylu, biri orta, biri de kısa boyluydu. İyi yürekli bir yerli yaklaşıp Ruhi’ye gizlice bir ok ve yay verdi ve şunları söyledi: “Bunlardan biri yamyamdır ve yamyamlar da ima yalan söyler. Buranın âdetleri gereği sizi yemeden önce bir kaç söz söylerler. Yamyamı bul ve vur” dedi. Yerliler Şahane Şahsenem’in güzelliği karşısında sersemlemiştiler. Ruhi bundan yararlanıp düşünmek olanağı buldu. Dev adam (A) “bunların biri yamyamdır, diğeri değildir” dedi. Orta boylu (B) “dev adam yamyamdır” diye bağırdı. Kısa boylu (C) “dev adam neyse ben de oyum” diye fısıldadı. Siz olsanız hangisine ok atardınız?

Düğmeler



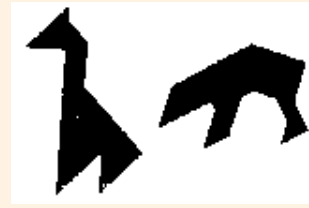
Şekilde gör-
d ü ğ ü n ü z
d ü ğ m e l e r i
ve bağli ol-
dukları ipi
kağıdı yırt-
madan ve
ipi kopar-
madan dışarı
alınız.

Modulus

“Matematik Prensi” Karl Friedrich Gauss’dan önce 31/13’ü şöyle yazdık: $31/13 = 2 + (5/13)$. Gauss bunu şöyle yazdı: $31 \equiv 5 \pmod{13}$. Anlamı: 31, 13’e bölünürse kalan 5’tir, ya da 31 kongrüent 5 modülo 13.

- 31 ve 5’e aynı sayıyı eklerseniz özdeşlik bozulur mu?
- 31 ve 5’ten aynı sayıyı çıkarırsanız özdeşlik bozulur mu?
- 31 ve 5’i aynı sayıyla çarparsanız özdeşlik bozulur mu?
- 31 ve 5’in aynı üssünü alsanız özdeşlik bozulur mu?
- $16 \equiv 1 \pmod{5}$ özdeşliğinde 16 ve 1’i aynı sayıya bölerseniz özdeşlik bozulur mu? $40 \equiv 10 \pmod{15}$ için aynı soru.

Tangram



Top Oyunu: Kral

Çocuklar şöyle bir top oyununu oynuyor. İçlerinden biri Kral yapılır. Kral “YEŞİL” diye bağıınca herkes rastgele koşmaya ve bağrısmaya başlar. Kral “KIRMIZI” deyince herkes olduğu yerde durur. Kral topu alıp kendinden en uzak olan kişiye fırlatır. Bu kişi topu yakalayıp kendinden en uzak kişiye fırlatır. vb. Herkes topu kendinden en uzakta olana fırlatır. Topu yakalayamayan kişi yeni Kral olur.

a) Oyun sırasında top aynı iki kişi arasında durmadan bir ona, bir ötekine geçebilir. Buna “çay partisi oluştu” denir; çay partisi ne zaman oluşur?

b) Top asla Kral’a geri gelmeyebilir; bu ne zaman oluşur?

Bir Çarpım



Beş basamaklı A sayısı yalnız 1 ve 2’lerle, yine 5 basamaklı B sayısı yalnız 3 ve 4’lerle yazılıyor. AB çarpımının son iki basamağı aynı olabilir mi?

Saatin Vuruşları



Bir saat saat 1’de 1 kere, saat 2’de 2 kere, saat 3’de 3 kere, ..., saat 12’de 12 kere ve her yarım saatte bir kere çalıyor. Bu saat 24 saatte kaç kere çalar?

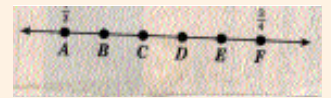
Kravat ve Cüzdan Paradoksları

Ünlü zekâ problemleri ustası Martin Gardner şu problemi sordu: İki oyuncu cüzdanlarındaki paraları masaya boşaltırlar. Üçüncü bir kişi paraları sayar. Parası daha az olan diğerinin cüzdanındaki parayı alır. Burada nasıl bir paradoks var?

Buna benzer bir paradoks Fransız matematikçisi Maurice Kraitchik tarafından bulunmuştur. İki kişinin herbiri “benim kravatım seninkinden daha güzel” der.

3. bir kişiyi hakem tâyin ederler. Bahsi kazanan (kravatı daha güzel olan) teselli için kravatını bahsi kaybeden kişiye verir. Burada nasıl bir paradoks var?

Hangi Kesir?



Bir sayı doğrusu üzerinde A, B, C, D, E ve F eşit aralıklarla sıralanmışlardır. A noktası 1/3’e ve F noktası 3/4’e karşılıksa E noktası hangi kesire karşılıktır?

Arşimed Silindirleri

Birbirinin aynısı iki kare prizma birbirlerini dik olarak kessin. Kesit bölgesinde bir küp oluşur. Birbirinin aynısı 2 silindir birbirlerini dik olarak kessin. Kesişme bölgesinde her iki silindire de ait ortak hacim ne kadardır? (Silindirin taban yarıçapı r).

Geçen Ayın Çözümleri

Tek Yönlü Yollar

Her harfe kaç yoldan gelinebileceğini bulalım: A=1, D=1, B=1, E = B+D=2, F=1, G=E+F=3.Y'ye 3 ayrı yoldan gelinebiliyor.

Esrarengiz Bir Ölüm

Yazları balıkçı dükkanlarının depolarında buz kalıpları bulunur; bunlar çabuk erimesin diye daima talaşla kaplıdır. Balıkçı buz kalıplarını üstüste koyarak tavana erişmiş ve kendini asmıştı. Buzlarsa erimiş ve geriye talaşlar kalmıştı.

Mantiğin Gücü

Her okuldan farklı sayıda öğrenci seçilmiş olsun; toplam öğrenci sayısı $1 + 2 + 3 + \dots + 15 = 15.16/2 = 120$; oysa 100 öğrenci vardır. Zorunlu olarak en az 2 okuldan aynı sayıda öğrenci seçilmiştir.

Kralların İddiası

1. Kral: Kârı çıkar. 500 altın alıp 1000 altını vermez. Bahsi kaybettığı için 100 altın öder. Kârı 400 altın.

2. Kral: Ne kâr, ne zarar eder. 500 altın alır; 1000 altın vermezse bahsi kaybettığı için 500 altın öder. 500 altın alıp 1000 altın verirse bahsi kazandığı için 500 altın daha alır; aldığı ve verdiği eşittir (1000 altın).

3. Kral: 500 altın alıp 1000 altın verir; bahsi kazandığı için 1000 altın daha alır; 500 altın kârıdır.

Burada kralların hepsi akıllı çıkmıştır; en akıllısı 3. Kraldır; 2. Kral pek akıllı değildir. 1. Kral akıllıysa da 3. Kral kadar değildir. Tefeci Feci akıllı varsa 2. Kralla bahse girer.

Mantık Uygulaması

1. önerme doğrudur 2. ve 3. önerme yanlış olur. 3. önerme yanlışsa 4. önerme doğrudur; o halde 5. önerme de doğrudur ve 1. önerme yanlıştır. İşte mükemmel bir mantık paradoksu: 1. önermeyi doğru kabul edersek 1. önerme yanlış sonucuna varıyoruz. 1. önermeyi yanlış kabul edersek 1. önermenin doğru olduğuna hükmediyoruz. Matematikçiler bu gibi durumlara "doğrulanamaz" derler; 1. önerme ne doğru, ne de yanlıştır. Ne doğruluğu, ne de yanlışlığı kanıtlanabilir.

Halkanın Alanı

Eş merkez O, teğetin değme noktası M ve kirişi çap alan daireyle büyük dairenin kesişme noktası A olsun.

$$AM^2 = AO^2 - OM^2 \quad (\text{Pisa-})$$

gor'dan). Her iki tarafı π ile çarpalım: $\pi \cdot AM^2 = \pi \cdot AO^2 - \pi \cdot OM^2$. Sol taraf 3. daire'nin, sağ taraf halkanın alanıdır.

Amip Üremesi I

Amiplerin hepsi ikiye bölünseydi 1 saat sonra kavanozda 2M amip bulacaktık. Fakat amiplerin bölünme olasılığı p'dir. O halde: $N = 2p \cdot M$ ve $p = N/2M$. Örneğin $M = 1$ milyon ve $N = 2$ milyon ise $p = 2/1.2 = 1$, yani amiplerin hepsi ikiye bölünmüş. $M = 1$ milyon, $N = 1$ milyon ise amiplerin yarısı bölünmüş: $p = 1/1.2 = 1/2$. $M = 1$ milyon ve $N = 250\,000$ ise $p = 0.25/1.2 = 1/8$ i yani amiplerin sekizde biri bölünmüş; sekizde yedisi ise ölmüş (bölünmeyen amip ölmüş demektir; bu nedenle $p=1/2$ iken $M=1$ milyon ve $N=1$ milyon bulunur. Çünkü 1 milyon amibin $1/2$ si ölmüş, kalan 0.5 milyon amip bölünerek toplam $0.5 + 0.5 = 1$ milyon amip oluşturmuştur).

Amip Üremesi II

Bir amipin soyunu sonsuza dek sürdürmemeye olasılığına x diyelim: Bu amip (1-p) olasılıkla ölecek, p olasılıkla ikiye bölünecektir. Şöyle gösterelim:

$$\begin{array}{ccc} 1-p & & p \\ 1 \rightarrow 0 & \text{ve} & 1 \rightarrow 2 \end{array}$$

1 amip p olasılıkla 2 amip olacak, (1-p) olasılıkla ölecek. Oluşan 2 amip 1 saat sonra şu olasılıklarla karşı karşıyadır:

1) Her ikisi ölür (soy tükenir); 2) Biri ölür, biri ürer; 3) İkisi de ürer. Birinci amipimizin soyunun kuruması için bu amip; 1) ya 1. oku izleyip ölmeli; 2) ya da 2. oku izlemeli ve oluşan iki amipin her ikisinin de soyu kurumalı. O halde: $x = 1 \cdot \text{oku izleme olasılığı} + [(2 \cdot \text{oku izleme olasılığı}) \times (\text{iki amipin soylarının kuruması olasılığı})]$. Buradan $x = (1-p) + p \cdot [(1-p) + p \cdot x]$ (iki amipin soylarının kuruma olasılığı). Tek bir amipin soyunun kuruma olasılığı x ise her iki amipin de soyunun kuruma olasılığı x^2 dir. (Zarda şaş gelme olasılığı $p=1/6$, düşüş olasılığı ise $(1/6)^2 = 1/36$ dir). O halde: $x = (1-p) + px^2$

Bu 2. dereceden denklem çözülürse $x=1$ veya $x = \frac{1-p}{p}$ bulunur. Peki, doğru yanıt hangisi? $p < 1/2$ ise $(1-p)/p > 1$ olacağı kolayca bulunur. Oysa x bir olasılıktır ve 1'den büyük olamaz. O halde $p < 1/2$ ise $x=1$ dir. Demek ki amipin bölünme olasılığı $p = 0.5$ 'den küçükse amipin soyu kurur (sezgimize de uygun). $p \geq 1/2$ ise x kaç olmalı? O zaman

$\frac{1-p}{p} \leq 1$ olur. En fazla n saat sonra hiç amip kalmama olasılığına x_n diyelim. $x_1 = 1-p$, $x_2 = (1-p) + p(1-p)^2$ dir. $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = x$ olduğu bellidir.

Şimdi şu eşitsizliği kanıtlamalıyız: $x_n \leq \frac{1-p}{p}$ Bu eşitsizlik $x_1 = 1-p$ olduğundan x_1 için geçerlidir. Şimdi aynı eşitsizliği $(x+1)$ için kanıtlayalım. Yukarıda nasıl $x=(1-p) + px^2$ yazdıysak:

$$x_{n+1} = (1-p) + px_n^2$$

$$\leq (1-p) + p \left(\frac{1-p}{p} \right)^2$$

$$= (1-p) + \frac{(1-p)^2}{p} = \frac{(1-p)}{p}$$

$x_{n+1} \leq \frac{1-p}{p}$ kanıtlanmış oldu. Eğer $p \geq 1/2$ ise:

$x = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n \leq \frac{1-p}{p} \leq 1$. O halde

$$x \leq \frac{1-p}{p} \leq 1.$$

Böylece $p \geq 1/2$ ise $x = \frac{1-p}{p}$

olduğu anlaşılır.

Eğer $0 \leq p \leq 1/2$ ise $x = 1$ dir.

Eğer $1/2 \leq p \leq 1$ ise

$$x = \frac{1-p}{p} \text{ dir.}$$

Amipin sonsuza dek yaşaması için $p > 1/2$ olmalıdır.

Tangram



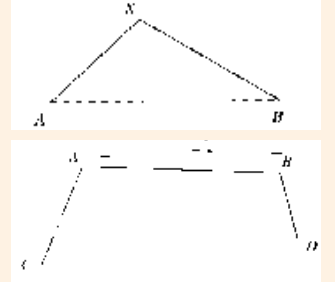
Kaplan mı Hazine mi

Hazineyi bulmak için B kapısını açmalısınız. B'nin arkasında kaplan olsaydı, yazı yanlış olacağından, A ve C'nin arkasında hazine olacaktı; O zaman A kapısında yazan doğru olurdu (çünkü hazine kapısı); bu ise çelişki yaratırdı; çünkü B ve C'nin arkasındakiler aynı olmayacaktı; B'nin arkasında kaplan ve C'nin arkasında hazine. B'nin arkasında hazine varsa kapıda yazan doğru olur; çünkü A ve C'de kaplan olacaktı ve A ve C kapılarında yazan da gerçekten yanlıştır.

Uydu Fırlatma Hızı

Uyduyu Ekvatordan Dünya'nın 24 saatlik rotasyonunun hız vektörü yönünde ve doğrultusunda fırlatmak daha az enerji gerektirir, çünkü Dünya'nın doğrusal rotasyon hızı roket motörünün hızına eklenir. Meridyen doğrultusunda (ya da Dünya'nın rotasyon yönünün tersine) uyduları fırlatılması daha çok enerji gerektirir; çünkü Dünya'nın rotasyon hızından yararlanılamaz.

100 Kent



X kentinden A ve B kentlerine XA ve XB yolları gidiyor. AB, ABX üçgeninin en uzun kenarı. Eğer AX en uzun kenar olsaydı, ne A, X'e ne de X, A'ya yakın kent olurdu ve AX varolamazdı. Bu nedenle ABX üçgeninde AXB açısı en geniş açıdır; bu ise AXB açısının $> 60^\circ$ olması demektir. *Bir X kentinin olduğu ve X'dan 6 diğer kente 6 yol gittiğini düşünelim. O zaman X etrafında 6 açı olacak ve herbiri 60° 'den büyük olacağından toplam açı $6 \times 60^\circ = 360^\circ$ den büyük olacaktı ki olanaksızdır.

O halde bir kentten en fazla 5 yol çıkabilir.

(* Bir üçgenin açıları $\alpha \leq \beta \leq \gamma$ olsun. γ en büyük açı olduğundan $\gamma \geq \pi/3$ 'tür. Aksi halde $\gamma < \pi/3$, $\beta < \pi/3$ ve $\alpha < \pi/3$ olurdu ki o zaman $\alpha + \beta + \gamma = \pi$ yapmazdı. Verilen koşullarda ($\alpha \leq \beta \leq \gamma$), $\gamma \geq \pi/3$ ve $\alpha \leq \pi/3$ olmak zorundadır).

b) Böyle bir çokgen olduğunu varsayalım. Bu çokgenin en uzun kenarı AB olsun. AB yolu iki nedenle yapılmış olabilir: 1) B, A'ya en yakın kentdir. 2) A, B'ye en yakın kentdir. CA ve BD, AB'ye komşu olsun. O zaman $CA < AB$ ve $BD < AB$. O zaman C, A'ya B'nin A'ya olduğundan daha yakındır. Bu, (1)'e ters düşer. Ayrıca D, B'ye A'nın B'ye olduğundan daha yakındır. Bu da (2)'ye ters düşer. Böyle bir çokgen olamaz.

Yüklü Parçacıklar

Yalnızca kuvvet çizgileri doğrusal olan elektrik alanlarda ve parçacığın başlangıç hızı kuvvet çizgileri doğrultusunda.